

الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
كلية النقل البحري والتكنولوجيا
الاسكندرية

نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل للنقل
للسفن للهياكل البحرية والبحري السعودي

إعداد
عبد الحميد بخاري

رسالة مقدمة للأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
لاستكمال متطلبات منح درجة الدكتوراه في تكنولوجيا النقل البحري

إشراف
الأستاذ الدكتور / محمد سليمان هدي
أستاذ اقتصاديات النقل البحري
بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
كلية النقل البحري والتكنولوجيا
الإسكندرية

نوافج اقتصاديات رياضية للتشغيل للهو مثل سفن للهو سطوح البحر السطوح

إعداد
عبد الحميد بخاري

رسالة مقدمة للأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري
لاستكمال متطلبات منح درجة الدكتوراه في تكنولوجيا النقل البحري

إشراف
الأستاذ الدكتور محمد سليمان هدي
أستاذ اقتصاديات النقل البحري
بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

إقرار

أقر بأن المادة العلمية الواردة في هذه الرسالة قد تم تحديد مصدرها العلمي وأن مادة هذه الرسالة غير مقدمه للحصول على أي درجة علمية أخرى.
وأن مضمون هذه الرسالة يعكس آراء الباحث الخاصة وهي ليست بالضرورة الآراء التي تتبناها الجهة المانحة.

الباحث :

الاسم : عبد الحميد بخاري

التوقيع : [Signature]

قرار لجنة التحكيم والمناقشة :

تم مناقشة هذه الرسالة وإجازتها بتاريخ : ٢٠٠١ / ١ / ٢٤

أعضاء اللجنة

الأستاذة المشرفون على الرسالة :

الاسم : د. محمد سليمان هادي : التوقيع : [Signature]

الاسم : : التوقيع :

الأستاذة المحكمين الداخليين :

الاسم : د. ريم شاد : التوقيع : [Signature]

الاسم : د. علي العبد : التوقيع : [Signature]

الأستاذة المحكمين الخارجيين :

الاسم : د. سيد نعي الفعلي : التوقيع : [Signature]

الاسم : : التوقيع :

أودعت هذه الرسالة بالمكتبة بتاريخ : ١ / ١



"أَلَمْ تَرَ أَنَّ الْفُلَّكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ
 بِنِعْمَتِ اللَّهِ لِيُرِيَكُمْ مِنْ آيَاتِهِ إِنَّ فِي
 ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِكُلِّ صَبَّارٍ شَكُورٍ"

صدق الله العظيم

إهداء

إلى القلب الكبير والدي
 إلى توأم الروح أمي
 إلى سندي و عوني أخي محمد
 إلى نسيمات حياتي أختاي هند و ندى
 إلى رفيق دربي زوجي الحبيب
 إلى أجمل زهرات عمري سلافة .. ياسمين .. زينة

أهدي ثمرة جهدي

مستخلص البحث

أعطت المملكة العربية السعودية اهتماماً خاصاً للصناعة البحرية ضماناً لسيادتها الاقتصادية و السياسية، و تعزيزاً لتجارها الخارجية، خاصة مع ذلك الدور الذي تؤديه هذه الأخيرة في عملية التنمية الاقتصادية للبلاد. و على الرغم من ذلك لازالت مساهمة الأسطول الوطني في خدمة التجارة الخارجية متدنية و دون الطموحات. فبإمعان النظر في وضع الأسطول السعودي يتضح لنا حجم الصعوبات التي تواجه الشركات الملاحية، و التي تكمن أساساً في شدة المنافسة، و عدم قدرتها على إثبات وجودها على الساحة العالمية.

و لقد كان تطوير قطاع النقل البحري ترجمة لحرص الدولة على تحقيق التنمية الشاملة و مواكبة التطورات العالمية. فالعالم اليوم يعاصر تطوراً ديناميكياً سريعاً تقوم فيه التكنولوجيا بدور رائد في مختلف أوجه الأنشطة التجارية و الاقتصادية. فبالإتجاه إلى العولمة و ظهور التكتلات الاقتصادية، و الاندماج بين الوحدات الإنتاجية بما فيها وسائط النقل في ظل منظومة متكاملة، كان لابد و أن يتأثر النقل البحري باعتباره الوحدة الأساسية لنقل التجارة الخارجية و العامل المشترك في أي عملية للنقل متعدد الوسائط. مما لاشك فيه أن كل هذه التطورات السريعة التي حدثت عالمياً كان لها الأثر الواضح على الصناعة البحرية شأنها شأن الصناعات الأخرى، فامتدت يد التقنية إلى كافة الجوانب الفنية و التشغيلية و حتى الإدارية، و ازداد الاعتماد على الحواسيب الآلية و برامجها في عمليات تشغيل السفن و تداول البضائع و إدارة الموانئ و غيرها من الأنشطة المختلفة للنقل البحري.

و إن الظاهرة التي يواجهها البحث تتمثل في الصعوبات التشغيلية التي تواجه سفن الأسطول البحري التجاري السعودي، حيث ألقت التغيرات و التطورات الحديثة مزيداً من التحديات التنافسية على عاتق الشركات الملاحية الوطنية. كانت الشركات الملاحية فيما مضى تقوم بتشغيل سفنها و تحقق أهدافها معتمدة على الخبرة الملاحية و الحنكة الإدارية و في غياب التحالفات العملاقة للشركات الملاحية الكبرى. أما اليوم وفي ظل المنافسة الشديدة التي يشهدها السوق الملاحى، فقد أصبح لزاماً على الشركات الملاحية أن تبحث و باستمرار عن مناهج و أساليب علمية جديدة، من شأنها إيجاد الحلول المناسبة لمشكلاتها التشغيلية، و تمكينها لبلوغ مستويات تشغيل غاية في الكفاءة و الجودة، و بالتالي تحقيق أهدافها المرجوة، و تحديد مكانتها في السوق الملاحى.

يعمل الأسطول الوطني ما دون طاقته الاستيعابية، في الوقت الذي تنخفض مساهمته في نقل التجارة الخارجية مع سيطرة سفن الشركات الأجنبية المنافسة على معظم تلك التجارة. و على ذلك يتطلب الأمر ضرورة وجود تنظيم مؤسسي شامل يبدأ من داخل الشركات الملاحية ذاتها متمثلاً في تبني سياسات تشغيلية تضمن الاستغلال الأمثل للطاقة المتاحة بما يحقق أعلى مستوى ممكن من العائد الاقتصادي المطلوب لضمان استمرارها و تواجدها، و ذلك بمسايرة الثورة العلمية السائدة واستخدام الأساليب العلمية و الإدارية الحديثة.

و لقد و جدت الإدارة الحديثة في بحوث العمليات الأسلوب العلمي المناسب لحل الكثير من المشكلات الإدارية و التشغيلية، فكان أسلوب البرمجة الخطية من أبسط و أكثر التطبيقات شيوعاً في مجال تخصيص الموارد النادرة على الاستخدامات البديلة الممكنة أفضل تخصيص ممكن. و من هذا المنطلق فقد اهتمت هذه الدراسة بتطبيق نماذج البرمجة الخطية على المشكلات التشغيلية لشركات الملاحة الوطنية كوسيلة لتحسين الأداء التشغيلي و رفع القدرة التنافسية لهذه الشركات.

تهدف الدراسة إلى بلورة المشكلات التشغيلية لشركات الملاحة الوطنية و ذلك من خلال وضع النماذج الاقتصادية الرياضية التي تكفل التشغيل الأمثل لسفن تلك الشركات. باستخدام أسلوب البرمجة الخطية، و حل تلك النماذج ببرامج للحاسب الآلي. و تستعرض الدراسة مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية، مع عرض أمثلة تطبيقية لحالات سفن مختلفة تمتلكها شركات وطنية و تقوم بتشغيلها.

تقوم الدراسة بوضع ثلاثة نماذج رياضية من شأنها تحقيق أمثلية التشغيل، يتناول كل منها جانب من جوانب المشكلة التشغيلية للشركة الملاحية التي تمتلك عدد من السفن و ترغب في تشغيلها تشغيلاً أمثلاً. يركز النموذج الأول على تحديد الحجم الأمثل من السفن لكل خط من الخطوط الملاحية التي تشغل عليها الشركة سفنها. هذا بينما يعني النموذج الثاني بالتخصيص الأمثل للسفن ذات النوعيات المختلفة على عدة مسارات بحيث يتم من خلاله اختيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن. يتمثل النموذج الثالث في تخطيط حركة السفن العاملة على مسارات مختلفة بين موانئ الشحن و التفريغ. و قد عنيت الدراسة بأن تكون هذه النماذج من البساطة و الواقعية بحيث يمكن استخدامها في أي شركة ملاحية ترغب في تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

شكر و تقدير

الحمد لله تعالى حمداً يكون عليه تمام الشكر بكل نعمة أنعم بها عليّ. قال تعالى {لئن شكرتم لأزيدنكم} (آل عمران، 145). اللهم أسألك أن توزعنا من شكر نعمائك ما تبلغه غاية رضاك، و انتم اللهم علينا سوابغ النعم. أدعوك اللهم أن تتعم عليّ بالهداية و التوفيق، و أن تجعلني ممن أعطى فشكر، وليس ممن أخذ فأنكر.

تتقدم الباحثة بالشكر و التقدير لسعادة الأستاذ الدكتور/ جمال الدين أحمد مختار رئيس الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا والنقل البحري على مساعدته القيمة و تشجيعه المستمر لأبناء الدول العربية، مما ساعد على خلق جيل جديد من الكوادر البحرية و التي تقود أنشطة النقل البحري حالياً في الدول العربية. كما تتقدم بعميق الشكر و خالص الامتنان إلى الأستاذ الدكتور/ محمد سليمان هدى أستاذ اقتصاديات النقل البحري بالأكاديمية و المشرف على هذا البحث على مجهوداته و نصائحه التي كان لها أبلغ الأثر في إخراج البحث بهذه الصورة المشرفة. و إلى السادة الأساتذة الدكتور/ رفعت محمد رشاد رئيس قسم الدراسات العليا بالأكاديمية، و الدكتور/ سيد فتحي الخولي الأستاذ المشارك بقسم الاقتصاد في جامعة الملك عبد العزيز، و الأستاذ الدكتور المهندس/ علي العبد، و الأستاذ الدكتور/ محمد محروس إسماعيل لاشتراكهم في مناقشة هذا البحث.

كما تتوجه الباحثة بخالص الشكر إلى الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد المنصف محمود مستشار رئيس الأكاديمية لشئون النقل الدولي و اللوجستيات، و إلى السيد الربان/ أحمد عبد الله الوكيل عميد كلية النقل البحري و التكنولوجيا، و الربان/ مدحت عباس خلوصي رئيس قسم النقل الدولي و اللوجستيات بالأكاديمية. و تتنزه الباحثة الفرصة للتوجه بشكر جزيل لكل من الأخوة الزملاء الأساتذة: أيمن النحراوي بالأكاديمية، و عماد أبو السعود و خالد أبو النجا بوزارة النقل على تعاونهم في إمدادها بالمعلومات و البيانات اللازمة. و تقدم الشكر إلى أسرة العاملين بمكتبات جامعة الملك عبد العزيز و الأكاديمية، و بنك المعلومات بوزارة النقل البحري المصرية. كما تقدم وافر الشكر و الامتنان للشركة السعودية الوطنية للنقل البحري، شركة البكري للملاحة المحدودة، شركة الملاحة العربية المتحدة، و شركة الشرق للتجارة و الملاحة المحدودة.

و شكراً خاصاً تقدمه الباحثة لأستاذتها الفاضلة الدكتورة/ زينب قباني المشرفة على قسم الاقتصاد بجامعة الملك عبد العزيز لرحابة صدرها و ما تحملته عنها خلال فترة الدراسة. كذلك تشكر الدكتورة/ هند الشدوخي و الدكتورة/ آمال نظير مذكور لتشجيعهما و دعمهما. كما توجه خالص الشكر إلى جميع أستاذتها الفاضلات بقسم الاقتصاد و زميلاتها بكلية الاقتصاد و الإدارة بجامعة الملك عبدالعزيز، ولكل منهن فضله من جهد أو رأي أو حتى كلمة تشجيع. هذا و تشكر صديقتها الغالية إيمان صالح فاضل على موافقها النبيلة.

كما تقدم الباحثة كل الشكر و الحب إلى أفراد عائلتها لحبهم و احتوائهم و أثرهم العميق في إكمالها لمسيرتها العلمية.

إلى هؤلاء جميعاً و إلى الجهود التي تضافرت لتمنحها الثقة، و أسهمت بنفس سخية لستمدتها بالعون، فأثمرت نتائجها في هذا الجهد المتواضع تتقدم الباحثة بوافر الشكر و عظيم الامتنان عسى الله أن يجزيهم عنها جميعاً خير الجزاء.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة

I	قرار اللجنة
II	آية قرآنية
III	إهداء
IV	مستخلص البحث
VI	الشكر و التقدير
VII	قائمة المحتويات
X	قائمة الجداول
XIII	قائمة الأشكال
XV	قائمة الرموز
1	<u>الفصل الأول : فصل تمهيدي</u>
2	أولاً- مشكلة البحث
5	ثانياً- أهداف البحث
6	ثالثاً- نوع البحث
6	رابعاً- المفاهيم و التعاريف
9	خامساً- الدراسات السابقة
21	سادساً- منهج الدراسة
27	<u>الفصل الثاني: الاقتصاد المثالي ومعايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية</u>
28	أولاً- الاقتصاد المثالي
33	ثانياً- معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية
33	1- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر ربح ممكن
35	2- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة بأقل تكلفة تشغيل
36	3- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لنقل أكبر حمولة ممكنة
37	4- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية
38	5- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر قيمة مضافة
40	6- تشغيل سفن الأسطول بأقل زمن لمكوث السفينة في الميناء

رقم الصفحة

46	الفصل الثالث : الأسطول البحري السعودي
47	أولا - الاقتصاد السعودي و أهمية النقل البحري
62	ثانيا - أسطول النقل البحري السعودي
83	ثالثا - المشاكل التشغيلية للأسطول الوطني و الشركات الملاحية
83	1- المنافسة الأجنبية و الاحتكار
85	2- إمكانات الأسطول الوطني
88	3- مصادر التمويل
90	4- الدعم الحكومي

الفصل الرابع : النماذج الاقتصادية الرياضية و استخداماتها في شركات الملاحة

98	<u>البحرية</u>
99	أولاً- دور الأسلوب الرياضي في تطور البحوث الاقتصادية
111	ثانياً- أنواع النماذج الاقتصادية
111	1- تقسيم أو تصنيف رئيسي للنماذج
111	2- تقسيم النماذج على أساس درجة التجريد
113	3- تقسيم النماذج على أساس درجة التأكد
114	4- تقسيم النماذج على أساس الشكل أو الهيكل
114	5- تقسيم النماذج على أساس إمكانية القياس
114	6- تقسيم النماذج على أساس الشكل الرياضي للعلاقة
115	7- تقسيم النماذج على أساس دور الزمن
115	8- تقسيم النماذج على أساس طريقة الحل
115	9- تقسيم النماذج على أساس شمولية النموذج أو درجة التجميع
116	10- تقسيم النماذج على أساس مدى مشاركة الاقتصاد في التجارة الدولية
117	ثالثاً- بناء النموذج الرياضي
117	1- صياغة المشكلة
119	2- صياغة الأهداف
120	3- جمع البيانات
121	4- تحديد المتغيرات و الثوابت و المعلمات
122	5- بناء النموذج
123	6- تحديد أسلوب الحل
123	7- حل المشكلة على الحاسب الآلي

رقم الصفحة

125 رابعا- استخدامات النماذج الاقتصادية الرياضية في شركات الملاحة البحرية

الفصل الخامس : تطبيقات بعض النماذج الاقتصادية الرياضية على

135 سفن النقل البحري السعودي

136 أولا- مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية

138 النوع الأول: المؤشرات الطبيعية

138 أ- المؤشرات الكمية (العامة) لتشغيل السفن

141 ب- المؤشرات النوعية (النسبية) لتشغيل السفن

152 النوع الثاني: المؤشرات المالية

155 ثانيا- نموذج رياضي لتحديد الحجم الأمثل للسفينة لكل خط ملاحي

169 ثالثا- نموذج رياضي للتخصيص الأمثل للسفن على المسارات المختلفة

181 رابعا- نموذج رياضي لتخطيط حركة السفن العاملة على مسارات مختلفة

الفصل السادس : فصل ختامي

194 أولا- ملخص البحث

199 ثانيا- نتائج البحث

207 ثالثا- توصيات البحث

قائمة المراجع

214 أولا- المراجع العربية

224 ثانيا- المراجع الأجنبية

الملاحق

230 ملحق رقم (1): نتائج الحاسب الآلي لنموذج الحجم الأمثل للسفينة لكل خط ملاحي

233 ملحق رقم (2): نتائج الحاسب الآلي لنموذج التخصيص الأمثل للسفن على المسارات

المختلفة

237 ملحق رقم (3): نتائج الحاسب الآلي لنموذج تخطيط حركة السفن العاملة على مسارات مختلفة

قائمة الجداول

الصفحة	البيان	رقم الجدول
53	قيم صادرات و واردات المملكة و الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1970-1995) بالمليون ريال	1-3
57	الأهمية النسبية للتجارة الخارجية بالمملكة و بعض الدول المختارة لعام 1995	2-3
59	متوسط قيمة الشحن و التأمين إلى قيمة الواردات (بالمليون ريال) خلال الفترة (1990-1995)	3-3
65	عدد الأرصفة و طاقة الموانئ الرئيسية بالمملكة لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)	4-3
68	البضائع المفرغة و المحملة لعام 1997 بالطن الساكن في الموانئ الرئيسية بالمملكة	5-3
70	عدد السفن الواصلة إلى موانئ المملكة (مفرغة / محملة) خلال عام 1997	6-3
73	نصيب كبرى شركات الملاحة السعودية من إجمالي عدد السفن . .	7-3
75	عدد و نوعيات سفن شركات الملاحة السعودية لعام 1999 . . .	8-3
76	هيكل الأسطول البحري السعودي في عام 1999	9-3
77	سفن الأسطول السعودي المخصصة لخدمة التجارة الخارجية . . .	10-3

رقم الجدول	البيان	الصفحة
11-3	أكبر دول مساهمة من حيث نسبة البضائع وعدد سفنها الواصلة (مفرغة/محملة) إلى الموانئ السعودية	81
1-5	بيانات مؤشر ميزانية الزمن لسفينتي اليمامة وابن المعتز	139
2-5	بيانات مؤشر صافي حمولة السفينة	142
3-5	بيانات مؤشر معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة	143
4-5	بيانات مؤشر معامل الدورية لرحلة السفينة سعودي رياض	147
5-5	بيانات مؤشر متوسط المسافة المقطوعة للطن من الحمولة للرحلة ..	149
6-5	توزيع بيانات الحجم الأمثل للسفينة	157
7-5	بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة للسفن المختلفة على كل خط ملاحى ..	159
8-5	بيانات حمولات السفن على كل خط ملاحى بالآلف طن	159
9-5	بيانات إجمالي تكلفة تشغيل السفن على كل خط ملاحى بالآلف دولار	160
10-5	توزيع بيانات نموذج الحجم الأمثل للسفينة	161
11-5	بيانات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة	166
12-5	بيانات المتاح من أنواع السفن و مواسمها الماحية و تكاليف التوقف ..	172

رقم الجدول	البيان	الصفحة
13-5	بيانات المسارات و تكرارية الخدمة لكل مسار	172
14-5	بيانات زمن رحلة كل نوع من أنواع السفن على المسارات المحددة. .	173
15-5	بيانات تكاليف تشغيل كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالآلاف دولار	173
16-5	بيانات إيرادات تشغيل كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالآلاف دولار	174
17-5	بيانات الحل الأمثل لنموذج تخصيص السفن على المسارات المختلفة	178
18-5	بيانات حمولات السفن و ميزانية زمن التشغيل	183
19-5	بيانات نقاط الشحن و موانئ الإقلاع و الوصول	184
20-5	بيانات الخطط الممكنة لحركة السفن	184
21-5	بيانات كميات الشحنات المنقولة بالسفن وفقاً لخطط الحركة P_r للرحلة الواحدة	185
22-5	بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة d_{ir} للسفينة وفقاً لخطّة الحركة P_r ..	186
23-5	بيانات إجمالي الإيرادات E_{ir} المتحصلة من تشغيل السفينة عن الرحلة الواحدة بالآلاف دولار وفقاً لخطط الحركة P_r	186
24-5	توزيع الشحنات المنقولة وفقاً للحل الأمثل لنموذج تخطيط حركة السفن	190

قائمة الأشكال

الشكل	البيان	الصفحة
1-3	صادرات و واردات المملكة و فائض الميزان التجاري لأعوام مختارة بالمليون ريال	54
2-3	رصيد الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1970-1995)	55
3-3	الأهمية النسبية للتجارة الخارجية للمملكة و بعض الدول المختارة لعام 1995	58
4-3	الأهمية النسبية لتكاليف الشحن و التأمين في قيمة الواردات (سيف)	60
5-3	عدد أرصفة الموانئ السعودية لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)	66
6-3	تطور طاقة الموانئ السعودية لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)	67
7-3	نسبة البضائع المفرغة بموانئ المملكة الرئيسية	69
8-3	عدد السفن الواصلة لموانئ المملكة الرئيسية (محملة/مفرغة) ..	71
9-3	نصيب كبرى شركات الملاحة الوطنية من إجمالي عدد السفن ..	74

<u>الشكل</u>	<u>البيانات</u>	<u>الصفحة</u>
10-3	توزيع السفن السعودية حسب نوعياتها من حيث الحمولة و عدد السفن	78
11-3	مساهمة الأسطول السعودي مقارنة ببعض الدول من حيث كمية البضائع المفرغة و عدد السفن الواصلة للموانئ السعودية . . .	82
1-4	أنواع النماذج الاقتصادية	112
2-4	مراحل حل مشكلة الأمثلية	118
1-5	مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية	137
2-5	عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة	162
3-5	عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج التخصيص الأمثل للسفن	176
4-5	عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج تخطيط حركة السفن	188

قائمة الرموز

الرمز	التوصيف
C	تكلفة تشغيل السفينة للرحلة الواحدة.
D	عدد أيام رحلة السفينة.
E	إجمالي الإيرادات المتوقعة للسفينة عن الرحلة الواحدة.
F	سعر النولون.
I	إجمالي عدد السفن المكونة لأسطول الشركة العامل.
L	عدد أيام التوقف السنوية للسفينة.
M	خطط الحركة المختلفة للمسارات الممكنة.
N	إجمالي الخطوط الملاحية التي تشغل عليها السفن.
P	الربح المتوقع للسفينة.
Q	كمية البضاعة و الحمولات المتاحة.
R	عدد المسارات المحددة لتشغيل السفن عليها.
S	الأنواع المتاحة من السفن المكونة لأسطول الشركة الملاحية.
T	ميزانية زمن تشغيل السفينة المخطط لها.
U	تكرارية الخدمة السنوية للسفن.
V	عدد الرحلات.
Vo	العدد الأدنى من الرحلات السنوية الممكنة.
X	تكلفة التوقف اليومية للسفينة.
Y	إنتاجية السفينة.

الفصل الأول

فصل تمهيد



الفصل الأول

"فصل تمهيدي"

أولا - تعريف مشكلة البحث

حرصت المملكة على تنمية أسطولها التجاري البحري، وسعت جاهدة لتوفير أهم المستلزمات والمقومات اللازمة للنهوض بقطاع النقل البحري. كان ذلك إدراكاً منها لأهمية قطاع النقل البحري في دعم اقتصادها الوطني، وضرورة امتلاك أسطول بحري يعمل بكفاءة لخدمة التجارة الخارجية. وعلى الرغم من ذلك، شهدت مساهمة الأسطول السعودي للنقل البحري في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية انخفاضاً ملحوظاً منذ عام 1984م، فبعد أن كانت المملكة تصدر المركز الأول بين الدول العربية من حيث طاقة أسطولها البحري التجاري، تقلص هذا الدور تدريجياً حتى أصبح فيها الأسطول عاجزاً عن نقل ما يزيد عن 4% من صادرات المملكة و وارداتها.

يعزو انخفاض مساهمة الأسطول السعودي في نقل التجارة الخارجية إلى العديد من الأسباب، يكمن أهمها فيما هو مرتبط بشدة المنافسة الأجنبية التي يلقاها الأسطول وشركات الملاحة الوطنية سواء على صعيد المضاربة على أجور النقل، أو من خلال السياسات التي تتبعها الشركات الأجنبية لإلحاق الضرر بشركات الملاحة الوطنية عبر الاحتكار الدولي الذي تمارسه. ومن الأسباب أيضاً ما هو مرتبط بانخفاض الدعم المقدم والمساندة اللازمة، مع الانتقال إلى مصادر التمويل Financing Sources التي تتطلبها هذه الصناعة ذات الكثافة الرأسمالية Capital Intensive العالية .

كما أن هناك أسباب أخرى تكمن في ضعف إمكانيات الأسطول السعودي نفسه ، والتي كانت نتاجاً لعدة عوامل من أهمها : تشغيل سفن الأسطول بمعاملات تحميل ضعيفة ، زيادة عدد أيام مكوث السفن بالموانئ، ضعف فئات نوالين النقل، و ارتفاع تكاليف التشغيل. و يتضح هنا، أن مشكلة الأسطول السعودي إنما هي في الأساس مشكلة تشغيل، فشركات الملاحة السعودية شأنها شأن معظم الشركات الملاحية بالدول النامية ، تواجه تحديات و مشكلات حقيقية وهي بصدد تشغيلها سفن أساطيلها البحرية. و يتطلب الأمر إلقاء مزيد من

الضوء على تلك التحديات و المشكلات و تحليلها و دراسة جوانبها المختلفة. تقوم الشركات الملاحية سواء في الدول النامية بصفة عامة، أو في المملكة بصفة خاصة بتشغيل سفنها مستخدمة أساليب تقليدية تحكمها الخبرة والعرف. هذا في الوقت الذي تستخدم فيه معظم الدول البحرية - المتقدمة - أحدث الأساليب العلمية المتقدمة في تشغيل سفنها.

كما إن استخدام الأساليب والإدارة العلمية Scientific Management and Methods في تشغيل السفن إنما يعمل وبدون شك على رفع كفاءة تشغيل السفن، و يمنح الشركة القدرة على التحكم في تكاليفها التشغيلية وكذلك في زمن الرحلات، مما يؤدي بدوره إلى تحقيق أرباح أكبر للشركة. هذا علاوة على ما تقدمه دول تلك الأساطيل من إعانات لبناء أو تشغيل السفن، مما يعزز من القدرة التنافسية للشركات القائمة بمختلف الأنشطة البحرية، ويمكنها من البقاء والاستمرار بل والاستحواذ أيضاً على نصيب أكبر من حجم التجارة الدولية المنقولة بحراً.

تستخدم الدول المتقدمة بحرياً بصفة عامة نظاماً للمعلومات، مع قيامها بإعداد خطط للتشغيل والتدريب والصيانة و الرقابة. إضافة إلى ذلك، تلجأ الشركات الكبرى في النقل البحري إلى استخدام حاسبات آلية في الإدارة و التشغيل، ونماذج اقتصادية رياضية تمكنها من الوصول إلى الوضع الأمثل لتشغيل سفن أساطيلها البحرية، ومن ثم تحقيق أقصى كفاءة اقتصادية تكفل لها القدرة على تحقيق أهدافها الاقتصادية. و من أهم تلك الأهداف : تعظيم الأرباح، تقليل تكاليف التشغيل، زيادة عدد الرحلات، فضلاً عن تقليل زمن التعطلات. وهذا ما تفنقه معظم الشركات الملاحية العاملة و المشغلة لسفن الأسطول البحري بالدول النامية والتي منها المملكة العربية السعودية.

إن الطفرة العلمية والتكنولوجية التي يشهدها العالم اليوم، استدعت تطويراً و تحديثاً مواكباً لها في كافة المجالات، و كانت صناعة النقل البحري من القطاعات أو الصناعات التي تأثرت بذلك التطور السريع، سواء كان ذلك في جوانبها الفنية أو الإدارية أو التشغيلية فزاد الاعتماد على الحاسبات الآلية والبرامج الرياضية المختلفة في عمليات تشغيل السفن ومناولة البضائع، وإدارة الموانئ، وكافة الأنشطة الأخرى. و قد أصبح من الضروري القيام بجهد ملموس يعاصر التقدم والتطور الحالي ليشمل جميع أنشطة النقل البحري في سبيل دعم الشركات الملاحية و تحفيزها على أداء أفضل لخدمة الاقتصاد الوطني.

وفي ضوء ما تقدم نجد أن مشكلة هذا البحث (نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي) تتركز في سؤال رئيسي هو: ما هي النماذج

الاقتصادية الرياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي؟. و عليه فإن مشكلة هذا البحث سوف تدور حول مجموعة من الأسئلة الفرعية، و التي نلخصها وفقاً للآتي :-

1- إذا كان البحث يدخل في نطاق بحوث الاقتصاد الرياضي، فستدور تساؤلاتنا حول: ما هو مدخل الاقتصاد الرياضي؟ وما هي أنواع النماذج الاقتصادية الرياضية؟. ما هي المراحل التي يتم من خلالها بناء النموذج الاقتصادي الرياضي؟ وما هي النماذج الرياضية التي يمكن استخدامها في شركات الملاحة البحرية؟.

2- إذا كان البحث يدخل في نطاق الاقتصاد المثالي (المعياري) Normative Economics فستكون تساؤلاتنا مركزة حول: ما هو الاقتصاد المثالي وما هي أهدافه؟. ما هو مفهوم الأمثلية Optimization؟ وما هي الكفاءة الاقتصادية Economic Efficiency؟ وكيف يتم التخصيص و التشغيل الأمثل للموارد Allocation of Resources؟ وما هي معايير التشغيل الأمثل لسفن أسطول النقل البحري؟.

3- أما التساؤل الثالث فيرتكز حول: ما أهمية تطوير أسطول بحري وطني للاقتصاد السعودي؟. ما هو الواقع الحالي للأسطول البحري السعودي؟ وما هي أهم المعوقات والمشكلات التي تحد من فعالية مساهمته في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية؟.

4- يتحدد التساؤل الرابع بحيث يمثل المشكلة الأساسية للبحث، ليدور حول ماهية النماذج الرياضية التي يمكن استخدامها بالنسبة لسفن الأسطول البحري السعودي سواء لتحديد الحجم الأمثل للسفينة، أو لتحديد خطط حركة السفن، أو لتخصيص السفن و جدولتها على المسارات المثلى لها، و كيفية تطبيق هذه النماذج عملياً و وضع السياسات الملائمة بما يكفل في النهاية تحقيق التشغيل الأمثل لسفن الشركة الملاحية. و من الطبيعي أن هذا البحث لن يتناول كل هذه النماذج، إنما سيتناول بعض الأمثلة ، مع ملاحظة أنه سيتم استعراض هذه النماذج في الجزء الخاص بالدراسات السابقة.

و بالإجابة على الأسئلة الفرعية السابقة نكون قد أجبنا على السؤال الرئيسي للبحث.

ثانياً - أهداف البحث

يتمثل الهدف من أي بحث علمي في الإجابة على أسئلة البحث المطروحة إجابة علمية. وفي هذا البحث نهدف إلى بناء تلك النماذج الاقتصادية الرياضية الكفيلة بإيجاد التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي. وعليه يمكن تحديد أهداف البحث في مجموعة الأهداف التالية :-

- 1- تركيز نظر شركات الملاحة السعودية نحو استخدام الأساليب العلمية البحثية الحديثة في تشغيل سفنها، ومن هذه الأساليب استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية .
- 2- استعراض واقع أسطول النقل البحري السعودي بالتركيز على أهم المشاكل و المعوقات التي تواجه تشغيل هذا الأسطول، والتي تؤدي بدورها إلى انخفاض إنتاجية النقل التي يحققها.
- 3- استعراض معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية من خلال تعريف الاقتصاد المثالي وتوضيح أهدافه، و التركيز على مفاهيم الأمثلية والكفاءة الاقتصادية والاستخدام الأمثل للموارد،.
- 4- التعرف على استخدامات النماذج الرياضية في شركات الملاحة البحرية، مع توضيح ماهية الاقتصاد الرياضي والنماذج الاقتصادية الرياضية، أنواع و تقسيمات النماذج، ومراحل بنائها.
- 5- التعرف على أهم مؤشرات التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري، مع تطبيق بعض الأمثلة على سفن شركات الملاحة الوطنية، و التركيز على بناء نماذج اقتصادية رياضية تحدد التشغيل الأمثل لسفن النقل البحري السعودي. تشتمل النماذج المختارة على تحديد الحجم الأمثل للسفينة لكل خط من الخطوط الملاحية، و تخصيص المسار الأمثل لكل سفينة من السفن العاملة على عدة موانئ على خط ملاحى واحد، و كذلك نموذج لتحديد الخطط المثلى لحركة سفن الأسطول على المسارات المختلفة. هذا و سيتم وضع هذه النماذج بطريقة مبسطة، بحيث تكون قابلة للتطبيق في أي شركة ملاحية.

ثالثاً - نوع البحث

يدخل هذا البحث في نطاق بحوث الاقتصاد الرياضي التي تركز على مشاكل الأمثلية، وتحقيق الكفاءة الاقتصادية والاستخدام الأمثل للموارد (السفن). أو بعبارة أخرى يعتبر البحث من بحوث الأمثلية باستخدام النماذج الاقتصادية الرياضية للوصول إلى الوضع الأمثل (التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي).

رابعاً - المفاهيم و التعاريف

1) - أسطول النقل البحري التجاري السعودي :-

يقصد به السفن التجارية المملوكة لشركات الملاحة السعودية و الرافعة للعلم السعودي. و من المعروف أن سفن النقل البحري التجاري تشتمل على نوعيات مختلفة من السفن تتمثل في: الناقلات Tankers، حاملات الصب Bulk Carriers، سفن ركاب Passenger Ships، سفن بضائع عامة تقليدية Conventional General Cargo Ships، ونمطية Unitized. و يركز بحثنا هذا على سفن البضائع العامة التقليدية وبعض السفن النمطية كسفن الحاويات Containers والسفن متعددة الأغراض Multi-purposes Ships لتمثل أو تكون الأسطول البحري السعودي (السفن الخطية التي تنقل البضائع).

أ . سفن البضائع العامة التقليدية Conventional General Cargo Ships :- و تشمل سفن البضائع غير الموحدة نمطياً مثل سفن البضائع العامة الخطية ، وحاملات السيارات، وسفن الثلجات. فهي سفن تنقل نوعيات معينة من البضائع المعبأة أو في صناديق، كما أنها سفن مجهزة بأوناش عديدة وبها عدد من العنابر.

ب . سفن الحاويات Containers :- و هي سفن مخصصة لنقل حمولات كاملة أو جزئية من الحاويات. ونظام الحاويات إنما يعني تغليف البضائع ورصها في حاويات ذات مقاييس موحدة لها فتحات جانبية يتم فيها رص البضائع سواء في المخازن أو في المصنع القائم بالتصدير، بحيث لا يتم فتحها إلا بعد نقلها بحراً.

ج . السفن متعددة الأغراض Multi- purposes Ships :- هي نوع من السفن يجمع مزايا السفن المتخصصة المختلفة، فقد يتم تصميمها لشحنها بالحاويات، أو الطابلي Pallet ، أو الدحرجة Ro/Ro، أو حواملات الصنادل Barge Carriers. و لذلك فإن هذا النوع من السفن يتمتع بكونه أكثر مرونة للعمل بين موانئ الدول المتقدمة، أو موانئ الدول النامية ذات التسهيلات المتخصصة و المتقدمة.

(2) - السفن الخطية (النظامية) :-

يعني بحثنا هذا بدراسة مشكلة التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي. و السفن المعنية في هذا الصدد هي السفن النظامية أو الخطية تميزاً لها عن السفن الجواله Tramp Ships. فالسفن النظامية أو الخطية Liner Ships هي سفن تعمل طبقاً لجدول إبحار معن عنه مسبقاً Sailing Schedule و بانتظام، وتتردد هذه السفن على موانئ محددة، و في تواريخ ثابتة و معلومة.

(3) - الاقتصاد الرياضي والنماذج الرياضية :-

يعبر الاقتصاد الرياضي عن كيفية استخدام الرياضيات في المجال الاقتصادي، أو بعبارة أخرى التعبير عن المشكلة الاقتصادية في صياغة رياضية باستخدام النماذج. والنموذج الرياضي هو تعبير رياضي في صورة مجموعة من المعادلات، أو المتباينات، ودالة كمية Quantitative Function لأي مشكلة اقتصادية. فالنموذج الرياضي هو تمثيل مبسط لمشكلة اقتصادية معينة تصاغ في قالب رياضي متمثل في عدد من المعادلات أو المتباينات التي توضح طبيعة المشكلة. هذا و يعبر عن المشكلة الاقتصادية في شكل معادلات أو متباينات بمثابة قيود يتم في ضوئها حل المشكلة، وعلى ضوء دالة الهدف Objective Function أيضاً. حيث أن دالة الهدف تعكس المعيار المستخدم في حل المشكلة، وتعتمد النتائج التي نحصل عليها على ذلك المعيار المختار.

(4) - الاقتصاد المثالي Normative Economics :-

يهتم الاقتصاد المثالي بما يجب أن تكون عليه الأشياء. فالاقتصاد المثالي أو المعياري كما يطلق عليه البعض يهتم بالوضع الأمثل، تمييزاً له عن الوضع الفعلي و الذي يدخل في

نطاق الاقتصاد الإيجابي. وهدف الاقتصاد المثالي يكمن في تحديد الوضع الأمثل. ونعتمد الإجابة على ماهية الوضع الأمثل على معايير Criterions لتقييم البدائل المثلى والتي هي معايير الأمثلية. هذا ويعني الوصول إلى الوضع الأمثل تحقيق الكفاءة الاقتصادية، كما يعني تخصيص الأمثل للموارد. وعلى سبيل المثال، فإن التشغيل الأمثل لسفن النقل البحري بصفة عامة يتم على ضوء اختيار أحد المعايير التالية:-

- أ- معيار تحقيق أكبر ربح كلي ممكن.
- ب- معيار تحقيق أقل تكاليف كلية للتشغيل.
- ج- معيار تحقيق أقل متوسط لتكاليف نقل الطن الواحد.
- د- معيار تحقيق أعلى قدر من إيرادات التشغيل.
- هـ- معيار تحقيق أقصى إيرادات من العملات الأجنبية.
- و- معيار نقل أكبر حمولة ممكنة من التجارة الخارجية.
- ز- معيار إنجاز أكبر عدد من الرحلات.
- ح- معيار تحقيق أقل زمن للتعطلات و التوقف.
- ط- معيار تحقيق أكبر قيمة مضافة.

خامساً - الدراسات السابقة

تطورت الأساليب الرياضية المستخدمة في التحليل الاقتصادي وتعمقت بشكل كبير، وأصبح الأسلوب الكمي سمة تميز معظم أبحاث العالم المتقدم. أما في عالمنا العربي فلا زال الأسلوب البحثي يتميز بالوصفية، الأمر الذي أضعف من قدرتنا على الإضافة الحقيقية للعلوم الاقتصادية والإدارية. ولما كان هذا البحث يجمع بين الاقتصاد الرياضي والنقل البحري، فقد كان من الضروري أن تشمل أدبيات البحث على الكتابات المتخصصة في الاقتصاد الرياضي وبحوث العمليات، فضلاً عن تلك الكتابات الخاصة باقتصاديات النقل البحري. وأيضاً والأهم تلك الدراسات التي تجمع بين الاقتصاد البحري و الأسلوب الرياضي لتتناول موضوع دراستنا هذه .

لقد تعددت الكتابات التي تتناول مبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي بحيث توضح مشكلات الأمثلية وطرق حلها باستخدام أساليب البرمجة الرياضية و منها البرمجة الخطية، البرمجة غير الخطية، البرمجة الديناميكية و نظرية المباريات، والمبينة لكيفية تحديد الحلول المثلى للمشكلات الاقتصادية المختلفة. كان من أهم تلك الكتابات والتي تم الاستعانة بها في هذه الدراسة كتابات كل من: "جاس" Gass (1975)⁽¹⁾، "بامول" Baumol (1977)⁽²⁾، "خوري وبارسونز" Khoury & Parsons (1981)⁽³⁾، "إبراهيم العيسوي" (1982)⁽⁴⁾، "أرشيدالد و ليبسي" Archidald & Lipsey (1985)⁽⁵⁾، "محمد الليثي و لطفى سيفين" (1997)⁽⁶⁾.

أما فيما يختص باقتصاديات النقل البحري ، فهناك الكثير من الكتابات الأجنبية، وقلة من الدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع بالتحليل والدراسة لتشمل أهمية النقل البحري والأسطول التجاري العالمي وإنتاجيته. كما تستعرض هذه الدراسات واقع السوق الملاحى من حيث الأسعار والتكاليف والإيرادات، هذا إلى جانب اقتصاديات الموانئ Ports Economies و تجهيزاتها و عمليات تشغيلها، وغير ذلك من الموضوعات التي يحتويها نطاق هذه الصناعة. ولكن الدراسات التي تهتمنا أكثر في مجال هذا البحث هي تلك التي تتناول الجانب التشغيلي لسفن الأسطول البحري، وتتعرض لاقتصاديات النقل البحري من الناحية الكمية أو بالأسلوب الرياضي في التحليل. هذا النوع من الدراسات أقل نسبياً من الدراسات الوصفية في النقل البحري.

كانت دراسة "د. محمد سليمان هدى" في اقتصاديات النقل البحري (1983)⁽⁷⁾ من الدراسات التي تعني باستخدام الطرق الكمية في تطبيقات النقل البحري، والتي تعرضت

لموضوعات عديدة مثل: إنتاجية الأسطول البحري وأنواع السفن، وإيرادات وتكاليف التشغيل، مشيرة إلى مؤشرات تشغيل السفن وتخطيط الرحلات، مبينة ذلك بأمتة رقمية تعطي مزيداً من الدقة والوضوح.

هناك أيضاً دراسة "جانسون" و "تشنيرسون" Jansson & Shneerson (1987)⁽⁸⁾، و التي تناولت سوق الملاحة المنتظمة (الخطية) و هيكل أسعار الشحن والتكاليف، مع التركيز على أمثلية الخدمة الخطية البحرية بتقليل و تدنية تكاليف التشغيل. فقد وضعت الدراسة نموذجاً لأقل تكلفة في التجارة الخطية من حيث علاقة التكلفة الكلية للسفينة بحجم السفينة. و قد ركزت الدراسة على مشكلة إيجاد الحجم الأمثل للسفينة، لتعتبر هذه المشكلة بطبيعتها هي جزء من المشكلة العامة للتصميم الأمثل للسفينة، مستخدمة أساليب الاقتصاد القياسي في النمذجة لحل تلك المشكلات.

تحتوي أدبيات البحث العديد من الدراسات التي تناولت موضوع اقتصاديات حجم السفينة، و اختيار ذلك الحجم الأمثل الكفيل بتحقيق أمثلية التشغيل و الاستفادة من اقتصاديات الحجم. و أخذاً في الاعتبار بوفورات الحجم الكبير الاقتصادية، فقد زاد حجم السفن وخاصة الحاويات في الآونة الأخيرة، وظهرت بالتالي دراسات تعني بهذا الموضوع. كان من أهم تلك الدراسات دراسة للكاتبين السابقين⁽⁹⁾، قدما فيها نموذج يحدد الحجم الأمثل للسفينة لتدنية التكاليف الكلية سواء في البحر أو في الميناء - للطن الواحد من البضاعة. و تكمة لهذا العمل قام كل من "جارود" و "ملكليوس" Garrod & Mhiklius (1985)⁽¹⁰⁾ بدراسة متممة، لدراسة "تشنيرسون" و "جانسون" لتقدم معدلات أسرع من التحميل والتفريغ، وحجم أمثل أكبر للسفينة.

قبل ذلك كانت هناك دراسة لـ "جوس" و "جونز" Goss & Jones (1977)⁽¹¹⁾، تتناول موضوع اقتصاديات الحجم لحاملات الصب الجاف، وتهدف إلى تحديد و بيان أثر استخدام سفن متفاوتة الأحجام لحمل ونقل البضائع على مسارات مختلفة المسافات. وقد طورت الدراسة نموذجاً للوقوف على حجم التكاليف - الرأس مالية و التشغيلية منها - ويتأتى ذلك باستخدام طرق تخفيضية. وقد طبق النموذج بالنسبة للبضائع المحملة على أساس اتجاه واحد للرحلة، بحيث يمكن استخدام النتائج وتطبيقاتها على أنماط رحلات متعددة الجوانب بشكل أدق وأكثر واقعية.

أجريت دراسات أخرى عديدة تناولت الحجم الأمثل للسفينة، مثل دراسة "تالي" Talley (1990)⁽¹²⁾، والتي تناولت تكلفة الحاويات ومدى تأثير هذه التكلفة بحجم السفينة. وكذلك

دراسة "فيلدمان" Veldman (1993)⁽¹³⁾، التي طورت نموذجاً لبيان تكاليف النقل البحري لخدمة السفن الخطية كدالة في حجم السفينة، وذلك في سبيل التوصل إلى الحجم الأمثل للسفينة على مسار معين. فالدراسة تظهر مدى أهمية اختيار الحجم المناسب للسفينة في عملية تخطيط الخدمات الملاحية، علاوة على أهمية ودور التكاليف في هذا الاختيار، اعتماداً على أنه كلما زاد حجم السفينة كلما انخفضت تكاليف الوحدة الواحدة المنقولة.

وفي دراسة مشابهة لـ "ليم" Lim (1994)⁽¹⁴⁾ عن اقتصاديات حجم سفن الحاويات يتم اختبار العوائد والتكاليف الناجمة عن خدمة الحاوية وذلك بتشغيل الرحلة للمراكب كل على حدة. فقد هدفت الدراسة إلى اختبار الفرض القائل بأن المراكب الأكبر حجماً هي الأجدى اقتصادياً، حيث تنخفض تكلفة تقديم الوحدة الواحدة من خدمة النقل التي توفرها الحاوية مع زيادة كبر وحجم السفينة. وإن كان هذا الفرض يتفق مع ما تنص عليه النظرية الاقتصادية، إلا أن الدراسة تبين أن السؤال عن الحجم الأمثل للسفينة لا يمكن أن يعطى له إجابة محددة عامة وقابلة للتطبيق في جميع الحالات. فتحديد الحجم الأمثل وأثره على نتائج الرحلة إنما يختلف وفقاً للعديد من العناصر، كمستوى أجور الشحن، وطول الرحلة ومستوى التكاليف الجارية وغير ذلك.

و من الدراسات المتعلقة بتشغيل السفن، فإنه يتعين علينا أن نذكر دراسة "إبراهيم خليل إبراهيم" (1986)⁽¹⁵⁾ بعنوان "العوامل التي تؤثر على اقتصاديات تشغيل السفن وأثر ذلك على حجم الفائض للشركات الملاحية. فالدراسة بالإضافة إلى استعراضها لأنواع السفن التي تعمل بالنقل البحري وتعريفها بالتأمين البحري وغير ذلك من الموضوعات، تركز على اقتصاديات النوالين البحرية والدور الذي تلعبه في اقتصاديات تشغيل السفن. كما تركز أيضاً على تكاليف التشغيل كعامل بالغ التأثير والوسائل الكفيلة بترشيد هذه التكاليف، لتبين أنسب أساليب التشغيل التي يمكن أن يدار بها الأسطول التجاري، و يحقق فائضاً من خلالها.

أما دراسة "برانش" Branch (1988)⁽¹⁶⁾ فقد عُنيت بموضوع تشغيل السفن أيضاً، و ركزت على التخطيط التشغيلي للأسطول والعوامل المؤثرة على عملية اتخاذ قرارات التشغيل. وقد خصصت الدراسة جزءاً للحوسبة الآلية Computerization وأهميتها، مبينة أهمية الاعتماد على الحاسبات كأداة أساسية تستخدم في معظم شركات الملاحة بالدول المتقدمة. هذا وتظهر الدراسة مدى افتقار الدول النامية لهذه التكنولوجيا المتقدمة، وأهمية تبني هذه الدول لتلك التكنولوجيا في سبيل تحقيق كفاءة تشغيلية أعلى وسهولة أكثر في استخدام الموارد المتاحة لها استخداماً أمثلًا.

تناولت دراسة "إفانز" و "مارلو" Evans & Marlow (1990)⁽¹⁷⁾ الكثير من الموضوعات في النقل البحري ومعالجتها رياضياً، كالطلب على النقل البحري والمعرض من السفن وتوازن السوق الملاحى. هذا وقدمت الدراسة أيضاً تقييماً للرحلات بدراسة تكاليف السفينة وإيراداتها، والحجم الأمثل للسفينة. كما شملت الدراسة بين موضوعاتها المختلفة البرمجة الخطية واستخداماتها في حل المشكلات الاقتصادية البحرية مع تركيزها على طريقة الحل ذو الاتجاه الواحد Simplex Method في الحل.

حظت السفن المنتظمة باهتمام أقل من جانب الباحثين، خاصة فيما يخص الأسلوب الكمي والرياضي في التحليل. وقد يرجع ذلك إلى طبيعة بعض المتغيرات والعوامل المؤثرة على تشغيل السفن الخطية المنتظمة، كالقوانين والأنظمة الحكومية، والإعانات المقدمة، والحد الأدنى المطلوب من تكرارية الخدمة Frequency of service وغيرها. علاوة على ذلك فإن البحوث التي أجريت حتى الآن تعتمد أغلبها بشكل أساسي على أساليب المحاكاة مقارنة بالطرق الأكثر صحة ودقة كالبرمجة الخطية واللاخطية. فقد أصبحت هذه الأخيرة أوسع استخداماً في إيجاد الوضع الأمثل، وأنجح تطبيقاً على مشاكل تشغيل أساطيل السفن المنتظمة وجدولتها عند وجود ثقة في تنبؤات البضاعة. إن قلة الجهود التي بذلت نسبياً بالنسبة لمشكلات الجدولة Scheduling problems تعود إلى حالات عدم التيقن التي تتخلل الخدمات البحرية، والتي تجعل من دراسة النماذج التحليلية لمشاكل النقل البحري أكثر صعوبة من وسائل النقل الأخرى.

كانت هناك بعض الدراسات في البداية عن نماذج الأمثلية لحل مشكلات جدولة وتسيير السفن، ولكن معظم تلك الدراسات إنما كانت تختص بسفن الحاملات الصناعية Industrial Carriers وناقلات النفط. من هذه الدراسات نذكر دراسة "إيفريت" Everet (1972)⁽¹⁸⁾، والتي استخدمت فيها البرمجة الخطية لإيجاد أفضل أسطول من ناقلات وحاملات الصب الكبيرة والمطلوبة لنقل ما نسبته 1.5% من التجارة الخارجية الأمريكية. أخذت الدراسة في الاعتبار تحركات البضاعة والرحلات وقائمة السفن وقيود الميناء عند وضعها لنموذج الأمثلية.

وفي إدارة سفن الأسطول الخطي، كانت هناك دراسة "بوفي" Boffey (1979)⁽¹⁹⁾، والتي أوجدت نموذج أمثلية مساعد ونظام لدعم القرار، وذلك لجدولة سفن الحاويات في طريق شمال الأطلسي⁽²⁰⁾. أما "بنفورد" Benford (1981)⁽²¹⁾، فقد صاغ مشكلة إيجاد أفضل تشكيلة من السفن المتاحة للأسطول بغرض نقل كمية محدودة من الحمولات الصب

خلال فترة زمنية معينة بين مينائين بطريقة الحل ذي الاتجاه الواحد Simplex Method. هذا في حين أن "ستوت و دوجلاس" (1981) Stott & Douglas⁽²²⁾ قد استنبطوا نظام جدولة Scheduling و تخطيط للتشغيل البحري لحاملات الصب Bulk Carriers، و ذلك باستخدام نموذج للبرمجة الخطية في سبيل تحديد مراكب ذات جداول محددة مسبقاً.

ومن الدراسات التي استعرضت مشكلات تشغيل الأسطول والنماذج الخاصة بها أيضاً، دراسة "اليكسز" Alexis (1982)⁽²³⁾، التي قدم فيها معاينة شاملة لنماذج جدولة سفن النقل البحري. كما استعرضت الدراسة ملاحاة حاملات الصب والناقلات، مع صياغة بعض المشكلات المتعلقة بها سواء فيما يخص السفن الجواله أو السفن الصناعية، ولم تقتصر فقط على العمليات الخطية.

تعد دراسة "محمد سليمان هدي" (1983)⁽²⁴⁾ من الدراسات العربية النادرة في هذا المجال، و التي تظهر لنا احتياجات متخذي القرار بشركات الملاحة و الموانئ البحرية و الترسانات و كذلك شركات الشحن و التفريغ و التخزين. فالدراسة تركز على بناء النماذج الرياضية و استخداماتها في شركات الملاحة، هذا بالإضافة إلى مناقشتها لمشاكل البرمجة الخطية من نقل و تخصيص و توزيع. كما تقدم الدراسة الحلول الخاصة لمشاكل الخطط المثلى سواء تلك المتعلقة بنقل الشحنات المختلفة على سفينتين، أو المتعلقة بتفريغ حمولة السفينة على عدة مخازن. هذا فضلاً عن توزيع السفن على الخطوط الملاحية المختلفة، و إيجاد الخطة المثلى لتشغيل سفن البضائع العامة على الخطوط الملاحية المختلفة.

يأتي "بيراكس" Perakis (1985)⁽²⁵⁾ - و هو من أكثر الكتاب في هذا المجال - ليحل مشكلة إيجاد أفضل توليفة من السفن بطريقة رقمية رياضية محرزاً تطوراً واضحاً في دراسات التشغيل الأمثل لسفن الأساطيل البحرية. فقد قام "بيراكس" بحل مشكلة الأمثلية اللاخطية القيود Non-Linear Constraints مستعيناً بأسلوب حسابي غير خطي باستخدام مضاعف لاجرانج Lagrangean Multiplier. ويعود "بيراكس" بالتعاون مع "باباداكس" Papadakis (1987)⁽²⁶⁾، ليتناول مشكلة تمنية تكاليف تشغيل أسطول من السفن يحمل كمية معينة من البضائع بين مينائين خلال فترة زمنية معينة. فقد قدم الكاتبان نماذج متنوعة أكثر تفصيلاً و دقة و واقعية لأمثلية تشغيل الأسطول، مع الأخذ في الاعتبار بعوامل و قيود عديدة كالتحميل الكامل، وسرعات الموازنة و غيرها.

وفي جزء ثاني من الدراسة لنفس المؤلفين⁽²⁷⁾، تم تطوير صورة لا خطية لمشكلة أقل تكلفة تشغيل سفن لنقل كمية محددة من الحمولات من مجموعة من موانئ التحميل إلى

مجموعة من موانئ التفريغ. لتكون تكاليف التشغيل دوال غير خطية للحمولة الكاملة للسفينة، السرعات الموازنة، واستهلاك الوقود.

وقد قدم كل من "رنا" و "فيكسون" Rana & Vickson (1988)⁽²⁸⁾ نموذجاً للبرمجة اللاخطية Non-linear Programming، حاولا فيه تعظيم الربح الكلي بإيجاد سلسلة الإبحار الخاصة بكل سفينة، وذلك في سبيل إيجاد المسار الأمثل لسفينة حاويات ذات التأجير بمشارطه زمنية Time Charter. إلا أن النموذج يعد محدود الفائدة عملياً لكونه مبنياً لحالة سفينة واحدة و فقط باتخاذ قرار تأجير بالمشارطه الزمنية.

هذا وتقتصر دراسة "عبد المنعم" Abdul Moneim (1989)⁽²⁹⁾ صياغة تحليلية لمشكلة الأمثلية، وذلك لاختيار الإستراتيجية المثلى Optimum Strategy لملى فجوة الطاقة الاستيعابية للنقل البحري. و قد شكلت الدراسة نموذجها الرياضي بحيث يحتوي على جميع المتغيرات ذات العلاقة بالمشكلة، لتعتمد على معيار الأمثلية المتمثل في تحقيق أدنى تكلفة لتطبيق واحدة أو مزيج من إستراتيجيات النقل البحري خلال فترة زمنية معينة. و تم حل المشكلة باستخدام الطريقة المبسطة للبرمجة الخطية.

وفي تقرير أصدره مركز البحوث والاستشارات لقطاع النقل البحري بالأكاديمية العربية للنقل البحري⁽³⁰⁾، عرض موجز لأبحاث عديدة للدارسين في دبلوم بحوث العمليات وتحليل النظم. قدم التقرير العديد من الدراسات ذات العلاقة بأمثلية تشغيل السفن والتخصيص الأمثل، كان منها الدراسة المقدمة من الباحث "عبد المولى عبد العزيز عبد الونيس" بعنوان "التوزيع الأمثل للسفن على الأرصفة المختلفة". تهدف هذه الدراسة إلى تقليل زمن التراكي الكلي للسفن على الأرصفة، وحل المشكلة باستخدام البرمجة الخطية. و دراسة أخرى بعنوان "التخصيص الأمثل للأرصفة والساحات و المخازن، وعلاقتها بحركة السفن لـ "السيد محمد السمان" الهدف منها تقليل زمن التفريغ و التخزين، و الذي يساعد على سرعة إخلاء الأرصفة و الإسراع بعمليات التراكي مما يقلل من أزمدة الانتظار خارج و داخل الميناء، و الذي بدوره يؤدي إلى كفاءة أعلى و أداء أمثل.

ويقدم الباحث "سامي عبد الحميد أحمد جلال"، كما ورد في التقرير نفسه دراسته عن الأسلوب الأمثل لتوزيع سفن البضائع بالشركة المصرية للملاحة البحرية على الخطوط الملاحية المختلفة، بحيث يحقق التوزيع الوفاء بالحمولات المطلوب نقلها بأقل تكلفة تشغيل ممكنة و أعلى كفاءة تشغيلية. وكان ذلك باستخدام الباحث لأسلوب البرمجة متعددة الأهداف Goal Programming لحل المشكلة.

يعتبر نموذج "بيراكس" و "جراميلو" Perakis & Jaramillo (1991)⁽³¹⁾ - مقارنة بنموذج "رنا" و "فيكسون" السابق ذكره - أكثر سهولة في التطبيق وأكثر واقعية. وضع الكاتبان في دراستهما عن أمثلية تشغيل الأسطول والمكونة من جزئين نموذج برمجة خطية لإستراتيجية المسارات يهدف إلى تقليل التكلفة الكلية لتشغيل الأسطول. كما افترضت الدراسة عدة مسارات محددة مسبقاً، وأنشأت نموذج لتحديد كل سفينة على مزيج من المسارات المحددة. استخدمت الدراسة لحل مشكلة التشغيل الأمثل للأسطول المتاح والمتعدد الأغراض خلال مسارات محددة نموذج دقيق وعملي لحساب تكاليف التشغيل لجميع المسارات، وبصياغة ملائمة من البرمجة الخطية. كما اعتمدت على برنامج الحاسب الآلي المعروف بـ "ليندو" (LINDO) Linear Interactive Discrete Optimizer ، كما في دراستنا هذه لحل مشكلة الأمثلية.

و لبيراكس أيضاً دراسة مع "بريمر" Bremer (1992)⁽³²⁾ تصف مشكلة جدولة تشغيل الناقلات بالتفصيل. الدراسة طبقت على شركة "تشيفرون" الملاحية Chevron Shipping Company - إحدى شركات النقل البحري التابعة لشركات "تشيفرسون" والتي تعد من أكبر شركات البترول في العالم. تهدف الدراسة إلى تلبية تكاليف النقل البحري للبترول الخام وفقاً للمتاح من السفن ومتطلبات حركة البضائع. وضعت الدراسة في سبيل ذلك صياغة برمجة صحيحة Integer Programming تحقيقاً لأمثلية الجدولة. وفي الجزء الثاني من نفس الدراسة⁽³³⁾، أكمل المؤلفين العمل المقام في الجزء الأول، بوضعهما نظام لتنفيذ الجدولة عملياً، باستخدام برامج الحاسب الآلي والتوصل إلى حل مشكلة جدولة تشغيل الناقلات.

وتقدم دراسة "النشوقاتي" Elnoshokaty (1995)⁽³⁴⁾ أنظمة الأمثلية الملاحية (SOS) Shipping Optimization System، وهي عبارة عن أنظمة لمساندة القرارات تعتمد على الحاسب الآلي، والتي تزود مشغلي السفن بجدولة مجموعة من شحنات البضاعة. وتبين الدراسة أن النظام يقيم قاعدة للبيانات وباستخدام طرق إحصائية وبحوث العمليات فهو يعطي بيانات ومعلومات مساندة للقرار والأنشطة، وذلك باستخدام نماذج كسرية Fractional Programming Models لإعطاء التركيبة أو التوليفة المثلى والممثلة لأفضل حمولة نقل على كل سفينة، أفضل موانئ لكل سفينة، أفضل المسارات التي تتبعها كل سفينة، وكل ما من شأنه تحقيق أمثل ربح كلي /يوم للسفينة.

وتعد هذه الدراسة مماثلة و متعمة لدراسة سابقة لنفس المؤلف⁽³⁵⁾، قدمت ما يعرف بنظام SOS-Voyager، و هو نظام للأمثلية يعني باختيار أفضل مسار لرحلة السفينة الواحدة،

و أفضل الموانئ التي تمر بها، و أفضل الشحنات. هذا في حين تعني الدراسة التالية بنظام SOS- Scheduler لجدولة حركة عدة سفن و ليس سفينة واحدة على عدد من المسارات و العديد من الموانئ.

ومن الدراسات التي تناولت الإستراتيجيات المثلى لجدولة الأسطول الخطي دراسة "تشو" و"بيراكس" Cho & Perakis (1996) ⁽³⁶⁾، والتي هدفت إلى إيجاد نماذج سهلة الاستخدام في الحياة الواقعية تتضمن تدبؤات مستقبلية لطلب البضائع. كما ابتكرت الدراسة فكرة مصفوفة تأثير المسار المتدفق Flow-route Incidence matrix، و استخدمتها في النموذج. وضعت الدراسة نموذجين لحل المشكلة الخاصة بمسارات حاويات الأسطول الخطي، استخدم أحدهما البرمجة الخطية لتعظيم الأرباح، بينما استخدم الآخر البرمجة الصحيحة المختلطة Mixed Integer Programming لتدنية التكاليف.

أما عن دراسة "بويل" و"بيراكس" Powel & Perakis (1997) ⁽³⁷⁾ فقد قام الباحثان فيها بتحسين ذلك العمل الذي قدمه الأخير مع "جراميلو" والمشار إليه مسبقاً. و قد استخدمت الدراسة في سبيل ذلك نموذج للبرمجة الصحيحة لتقليل تكاليف التشغيل والتوقف لأسطول السفن الخطية لشركة ملاحية تعمل على عدة خطوط، و بالتالي تحقق أمثلية تشغيل سفن الأسطول. هذا و قد كانت دراسة "باوستش" Bausch (1998) ⁽³⁸⁾ من آخر الدراسات التي تناولت موضوع جدولة مسارات النقل البحري، حيث تصف نظاماً مسانداً للقرار، و الذي يمكن استخدامه يومياً لتحقيق أمثلية نقل البضائع بحراً. و يعتبر النظام قابلاً للتطبيق من قبل الشركات البحرية باستخدام الحاسب الآلي الشخصي. و قد استخدمت الدراسة في سبيل ذلك نموذج برمجة رياضية ليعطي أقل تكلفة تشغيل.

و من منطلق استهداف هذه الدراسة لوضع نماذج للبرمجة الخطية و الكفيلة بتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي، كان لابد من استعراض تلك الدراسات التي تناولت بالتحليل واقع الأسطول السعودي للنقل البحري. و يمكن القول هنا بأن المحاولات التي أجريت لتعيين أهمية الصناعات البحرية، و تقييم وضعها في المملكة و مساهمتها في الاحتياجات القومية هي محاولات قليلة جداً. و لم يحظ هذا القطاع الهام والحيوي بالأهمية والرعاية التي يستحقها من قبل الباحثين.

كانت دراسة "جليك" Glick (1998) ⁽³⁹⁾ من الدراسات التي تناولت التجارة السعودية والنقل البحري بالتحليل، لتناقش التطور الذي واکب النقل البحري السعودي من وجهتي النظر القانونية والاقتصادية، هذا بالإضافة إلى تشغيل سفن الأسطول السعودي. كما استعرضت

الدراسة كبرى شركات الملاحة السعودية والأنشطة المختلفة التي تمارسها، مع التركيز على ناقلات البترول والشركات العاملة بها.

ومن الدراسات الرائدة و التي تضيف جديداً لأبحاث صناعة النقل البحري وتتناول دراسة الأسطول السعودي والصناعة البحرية في المملكة، كانت دراسة "عزي" Azzee (1981)⁽⁴⁰⁾. فقد تناولت الدراسة بالبحث والتحليل الملاحة والتنمية في المملكة العربية السعودية، حيث استعرضت واقع الاقتصاد السعودي، متعرضة للخطط الخمسية للتنمية في المملكة، والتخطيط الاقتصادي، والسياسات المتبعة لمساندة الاقتصاد القومي، مع بيان أهمية صناعة النقل البحري بالنسبة لهذا الاقتصاد. فالباحث يرى بأن صناعة النقل البحري ليست فقط مطلوبة لنقل الواردات والصادرات من البضائع والشحنات المختلفة، إنما هي و قبل كل شيء أداة فعالة لنقل التكنولوجيا الحديثة لمختلف القطاعات الاقتصادية. تعرض نموذج الدراسة بالتفصيل للأسطول النموذجي و المفترض أن يكون في المملكة لخدمة التجارة الخارجية، والكفيل بنقل التكنولوجيا الحديثة إليها. و تركز الدراسة بشكل واضح على الاحتياجات من الموارد البشرية كمشكلة أساسية تواجه الاقتصاد السعودي، وعلاقة هذه المشكلة بصناعة النقل البحري. و من هذا المنطلق تبين الدراسة مدى أهمية التدريب والتعليم البحري في دعم وتنمية الصناعة البحرية.

و للباحث نفسه دراسة أخرى (1984)⁽⁴¹⁾ تبحث عن حل عملي لمشكلة ذات أهمية كبيرة في الدول النامية والمتمثلة في كيفية نقل التكنولوجيا بشكل حاسم وسريع إلى أي بلد نام، وليكن المملكة العربية السعودية كما افترضت الدراسة. وضع الباحث في سبيل ذلك مخطط عام لمراحل النمو التقني وإنشاء صناعة النقل البحري السعودي الشاملة، مبنية بمرحلة الإدارة والتشغيل والمتمثلة في إنشاء أسطول سعودي، وكذلك إنشاء أكاديمية بحرية Maritime Academy مختصة بتدريب وعودة الأسطول الوطني. و تنتهي الخطة خلال عقدين من الزمن بالمرحلة الخامسة التي تتحقق فيها القدرة السعودية على الانطلاق والعمل.

و يجدر بنا أن نشير هنا إلى أن تزايد عدد البحوث في مجال النقل البحري بالمملكة كان من خلال ندوة "من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"⁽⁴²⁾. فقد كانت هذه الندوة مدعاة لتوجيه اهتمام الباحثين من الاقتصاديين والبحريين نحو قطاع النقل البحري كقطاع رائد في الاقتصاد القومي، ولزيادة الوعي بأهمية هذا القطاع، و ضرورة إعطائه مزيداً من الاهتمام.

كانت هناك العديد من الدراسات المقدمة في تلك الندوة، و التي تتناول في معظمها أهمية صناعة النقل البحري للاقتصاد السعودي، و واقع الأسطول وكيفية تشغيله ليخدم وبكفاءة التجارة الخارجية للمملكة. نذكر فيما يلي أهم تلك الدراسات والتي نجد أنها أضافت ما هو جديد بالنسبة لموضوع النقل البحري السعودي. من تلك الدراسات نذكر دراسة "أحمد سعيد باقسي" و"محمد محمود عبد المجيد"⁽⁴³⁾، و التي ألقت الضوء على المقومات الرئيسية لصناعة النقل البحري السعودي، و تولت فحص المعلومات المتوفرة عن النقل البحري في المملكة، هذا مع انتقاء بعض الحقائق والربط بينها بطريقة تؤدي إلى الوصول إلى نتائج منطقية. و قد استعرضت الدراسة التجارة الخارجية للمملكة والمنقولة بحراً، لتبين دور الأسطول البحري الوطني ومساهمته في خدمة تلك التجارة. كما أوضحت الدراسة أهم العوامل التي تحد من كفاءة الأسطول السعودي، و تعمل على تقليص مساهمته ومشاركته في نقل التجارة الخارجية.

نجد أيضاً دراسة "محمد هاني بكري"⁽⁴⁴⁾ من الدراسات البناءة في الندوة ذاتها. فقد تناولت هذه الدراسة أسباب تقلص عدد السفن السعودية، مع بيان الوسائل المعالجة لتلك الأسباب. كما أظهرت كيفية رفع مستوى كفاءة القوى الإدارية والفنية السعودية، لتذليل الصعوبات التي تواجه تشغيل سفن الأسطول وتعييق من تحقيقه لأهدافه الأساسية.

أما البحث المقدم من "محمد طارق عراقي"⁽⁴⁵⁾، فيهدف إلى وضع صورة مبسطة للنقل البحري وتطوره، فضلاً عن بيان حركة الواردات والصادرات والتجارة البحرية للمملكة. و تقوم الدراسة بتوضيح أهم المعوقات التي تقابل ملاك البواخر والشركات الملاحية، و التي تحد بدورها من تنمية النقل البحري في المملكة و تطوره، و من ثم الأسباب التي أدت إلى انخفاض عدد السفن التي ترفع العلم السعودي. كما حاول الباحث التعرف على أهم المقومات اللازمة لنجاح قطاع النقل البحري، و كيفية تطويره بمحاولة إيجاد الحلول المناسبة للمعوقات أو العوامل التي تعترض تنمية الأسطول التجاري الوطني.

أما الدراسة التي تقترب أكثر من موضوع هذه الدراسة هي دراسة "محمد نعيم رضوي"⁽⁴⁶⁾، لكونها تعني بأهمية استخدام الأسلوب الرياضي في حل مشاكل النقل البحري. فالدراسة تناقش وباختصار أهمية قطاع النقل البحري في المملكة العربية السعودية، وجهود الدولة في تطوير ودعم هذا القطاع بأفضل التجهيزات. وهدفت الدراسة أساساً إلى إظهار أهمية النماذج الرياضية باستخدام الحاسب الآلي في تحقيق الاستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري. و تؤكد الدراسة على أهمية النماذج الرياضية كأحد الوسائل الممكن تسخيرها لرفع

كفاءة تشغيل تجهيزات النقل البحري السعودي. و تدعو الدراسة وتشجع الباحثين المختصين في مجال النماذج الرياضية على إجراء بحوث اقتصادية رياضية في مجال النقل البحري، و ذلك لإضفاء مزيد من الإيجابية و الفعالية لدراساتهم. غير أن الدراسة لم تقدم أي من النماذج الممكن تطبيقها على القطاع البحري.

قام "محمد بن مسلم الرادادي" (1994)⁽⁴⁷⁾ بإعداد دراسته في تجارة الخدمات الصناعية والاستثمارات البحرية، و التي تهدف إلى بيان خواص تجارة الخدمات و مدى أهميتها لأقطار مجلس التعاون الخليجي عامة، و المملكة العربية خاصة ، و ذلك من منظور العلاقات الدولية التجارية. و تتعرض الدراسة إلى قطاع النقل البحري وتطوير خدمات الشحن، إضافة إلى تقنيات الاستخدام الأمثل في صناعة النقل البحري. كما توضح وتحلل أثر النقل البحري العالمي على استثمارات النقل البحري للأقطار العربية.

و في تقرير أعده "سافسر" Savsar و آخرون (1995) عن دراسة و تطوير النقل البحري السعودي⁽⁴⁸⁾، تم تطوير نماذج تراجع تربط بين الطاقة الاستيعابية لأسطول الشحن السعودي و حجم الحمولات التجارية المنقولة بحراً. كما تم في الدراسة تحديداً لإنتاجية الأسطول السعودي بناءً على الأوزان القائمة بالأطنان و الأميال البحرية المقطوعة، مع مقارنتها بإنتاجية الأسطول البحري العالمي. استخدمت الدراسة نماذج التنبؤ لتقدير الصادرات و الواردات البحرية السعودية حتى عام 2000. و قد قامت الدراسة بتقديم دراسة حالات و نماذج كمية لتحسين إنتاجية الأسطول السعودي، مبينة الأطر الإنشائية الضرورية لقاعدة معلومات خاصة بالصناعة البحرية و نماذج تمثيل خاصة بتحليل استثمارات النقل البحري في ظل المخاطر. هذا فضلاً عن تطوير الدراسة لنماذج رياضية و خوارزميات لجذولة ناقلات الزيت الخام.

و أخيراً كانت دراسة أخرى لـ "سافسر" Savsar (1998)⁽⁴⁹⁾ تناقش موضوعات مختلفة و مشكلات تتعلق بالنقل البحري السعودي. فالدراسة تحلل ماضي وحاضر و مستقبل صناعة النقل البحري السعودي، حيث تبين العلاقات بين طاقة الملاحة السعودية وبين المقاييس الاقتصادية الأخرى. كما أوجدت نماذج نظرية لتجديد الطاقة الملاحية لنقل البضائع و التجارة القومية، فضلاً عن وضعها لتنبؤات مستقبلية لمتطلبات الملاحة في المملكة.

وكما يلاحظ أن الدراسات المحدودة التي تناولت المشاكل التشغيلية للأسطول السعودي هي دراسات نظرية، بل يمكن القول بأنه لا توجد حتى الآن دراسات كمية رياضية كانت أم قياسية في هذا المجال، فيما عدا التقرير الذي قام بإعداده "سافسر" -المشار إليه سابقاً-

إضافة إلى دراسة قياسية للباحثة تتناول محددات الطلب على الواردات المنقولة بحراً في المملكة العربية السعودية (1992)⁽⁵⁰⁾. حاولت هذه الدراسة تحديد أهم العوامل المؤثرة في الطلب على النقل البحري السعودي، وقياس طبيعة مرونة ذلك الطلب بوضع نموذج قياسي وحله باستخدام برنامج للحاسب الآلي للتوصل إلى مرونة الطلب، وبالتالي إظهار مدى أهمية النقل البحري في المملكة، وضرورة الملحة لدعم وتطوير الأسطول الوطني لتحقيق مساهمة أكبر في خدمة التجارة الخارجية للمملكة.

و من هنا تبرز أهمية هذه الدراسة في كونها تعني بتحليل واقع الأسطول السعودي، و المشاكل التشغيلية التي تواجه الشركات المالكة و المشغلة لسفن الأسطول السعودي، بالتركيز على ثلاث من النماذج الاقتصادية الرياضية المختلفة، تتمثل في نموذج للحجم الأمثل للسفينة لكل خط ملاحى، و آخر للتخصيص الأمثل للسفن المتاحة على المسارات المختلفة، و الثالث يختص بتحديد خطة الحركة المثلى للسفن. و تقوم الدراسة بوضع أمثلة واقعية و بطريقة مبسطة بحث يمكن تطبيق تلك النماذج في أي شركة ملاحية سعودية، و التي يمكن من خلال استخدامها تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

سادساً - منهج البحث

لما كان منهج البحث إنما هو الطريقة العلمية المستخدمة والمناسبة للإجابة على الأسئلة المطروحة للبحث، فإن المنهج المناسب لهذه الدراسة هو منهج البحث الاقتصادي الرياضي المثالي Optimal Mathematical Economic Research Method الذي يستخدم الصياغة الرياضية للوصول إلى الحلول المثلى (نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي). و سوف يتكون منهج البحث من الثلاث مراحل التالية:-

المرحلة الأولى:- بناء نماذج اقتصادية رياضية للتشغيل الأمثل لسفن النقل البحري السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة، و بحيث تشمل هذه النماذج (نماذج البرمجة الخطية) على ما يلي:-

- 1 - دالة هدف Objective Function قد تكون واحدة من الآتي:-
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أقصى ربح ممكن.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي بأقل مجموع من تكلفة التشغيل.
 - تشغيل سفن النقل البحري بأقل تكلفة لنقل الطن الواحد من البضاعة.
 - تشغيل سفن النقل البحري بأكبر إجمالي إيرادات ممكنة.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر عدد من الرحلات.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر قدر من الحمولات على الخطوط الملاحية.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي بأقل زمن للتعطلات و التوقف.
 - تشغيل سفن النقل البحري السعودي لتحقيق أكبر قيمة مضافة.

- 2 - قيود المشكلة Problem Constraints و تتمثل في:-
 - قيود خاصة بفترات تشغيل السفن على الخطوط الملاحية المختلفة.
 - الحمولات المتاحة على الخطوط الملاحية المختلفة (صادرات و واردات).
 - القيود اللاسالبية Non-negativity Constraints.

وسيتّم بناء هذه النماذج بحيث تخدم جميع الشركات المشغلة لسفنها على الخطوط الملاحية المنتظمة سواء تلك المحققة للأرباح (لتعظيم أرباحها)، أو تلك المحققة لخسائر (لتدنية خسارتها) في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن أسطولها.

المرحلة الثانية :- جمع البيانات الخاصة بالنماذج والمتمثلة فيما يلي:-

- بيانات خاصة بنوعيات السفن و أحجامها و حمولاتها.
- الخطوط الملاحية التي تعمل عليها السفن موضحة الموانئ على كل خط ملاح.
- الحمولات المتاحة على كل خط ملاح (صابرات و واردات).
- تكلفة تشغيل رحلة السفينة على كل خط ملاح.
- سعر نولون النقل.
- الإيرادات (النولون) التي تحققها السفينة عن كل رحلة.
- صافي الربح لرحلة السفينة على كل خط ملاح.
- الحمولة المنقولة لكل سفينة وفي كل رحلة و على كل خط ملاح.
- زمن رحلة كل سفينة على كل خط ملاح.
- فترة التشغيل الكلية لكل نوع من أنواع السفن.
- الموانئ المتاحة على كل خط ملاح.
- الحمولات المتاحة المنقولة والمفرغة بين كل مينائين.
- زمن رحلة السفينة بين كل مينائين.
- إيرادات السفينة بين كل مينائين.
- تكرارية خدمة السفن على كل مسار من المسارات.
- عدد أيام التوقف المخطط لها لكل سفينة.
- تكلفة التوقف اليومية لكل سفينة.

المرحلة الثالثة :- حل النماذج المختلفة على الحاسب الآلي باستخدام البرنامج "ليندو" The Linear, Integer and Discrete Optimizer (LINDO) ، و هو أحد البرامج الجاهزة المعروفة و المتخصصة في حل مشكلات البرمجة الخطية⁽⁵¹⁾.

المرحلة الرابعة:- تفسير النتائج وتكوين خطة التشغيل المثلى لسفن النقل البحري السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة.

حواشي الفصل الأول

- (1) - Gass, S.I.: Linear Programming - methods & applications, 4th Ed., McGraw-Hill, New York, 1975.
- (2) - Baumol, William J.: Economic Theory and Operations Analysis, Prentice Hall, N.J., 1977.
- (3) - Khoury, Sarkis J. and Parsons, Torrence: Mathematical Methods in Finance and Economics, North Holland, New York, 1981.
- (4) - العيسوي، إبراهيم : مبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1982.
- (5) - Archidald, G.C. and Lipsey, G.: An Introduction to A Mathematical Treatment of Economics, 3rd Ed., Weidenfeld and Nicolson, London, 1985.
- (6) - الليثي، محمد علي و سيفين، لطفي لويـز : أصول الاقتصاد الرياضي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1997.
- (7) - هـدي، محمد سليمان : اقتصاديات النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.
- (8) - Jansson, J.O. and Shneerson, D.: Liner Shipping Economics, Chapman & Hall, London, 1987.
- (9) - Jansson, J.O. and Shneerson, D.: "The optimal ship_size", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 16, No. 3, 1982, 217-238.
- (10) - Garrod, Peter and Milklius, Walter: "The optimal ship size - A comment", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 19, No. 1, 1985, 83-90.
- (11) - Goss, R.O. and Jones, C.D.: " The economies of size in dry bulk carriers", In: R.O. Goss (ed.) Advances in Maritime Economics, Cambridge University Press, Cambridge, 1977, 90-137.
- (12) - Talley, W.K.: "Optimal containership size", Maritime Policy & Management, Vol. 17, No. 3, 1990, 165-175.
- (13) - Veldman, Simme: " The optimum size of ship and the impact of user costs – An application to container shipping", In: K.M. Gwilliam (ed.) Current Issues in Maritime Economics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, 112-144.
- (14) - Lim, Seok-Min: "Economies of container ship size – a new evaluation", Maritime Policy & Management, Vol. 21, No. 2, 1994, 149-160.

- (15) - مصطفى، إبراهيم خليل إبراهيم : العوامل التي تؤثر على اقتصاديات تشغيل السفن وأثر ذلك على حجم الفائض في الشركات، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1986.
- (16) - Branch, Allen E.: Economics of Shipping -Practice and Management, Chapman & Hall, London, 1988.
- (17) - Evans, J.L. and Marlow P.P.: Quantitative Methods In Maritime Economics, 2nd Ed., Fairplay Publications, Surry, 1990.
- (18) - Everet, J.L.; Hax, A.C.; Lewinson, V.A. and Nudds, D.: "Optimization of a fleet of large tankers and bulkers – A linear programming approach", Marine Technology, October, 1972, 430-438.
- (19) - Boffey, T.B.; Edmond, E.D.; Hinxman, A.I. and Pursglove, C.J.: "Two approach to scheduling containership with application to North Atlantic route", Operations Research Quarterly, vol.30, No.5, 1979, 413-425.
- (20) - مسار تجاري رئيسي يغطي التجارة بين شمال غرب أوروبا ، الساحل الشرقي لكندا والولايات المتحدة .
- (21) - Benford, H.: "A simple approach to fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 8, No. 4, 1981, 223-228.
- (22) - Stott, K.L.J and Douglas, B.W.: "A model-based decision support system for planning and scheduling ocean borne transportation", Interfaces, Vol.11, No.4, 1981, 1-10.
- (23) - Alexis, G.A.: A Survey of Routind and Scheduling Model in Ocean Transportation, (Master Thesis), Massachusette Institute of Technology, 1982.
- (24) - هدي، محمد سليمان : بحوث العمليات وتطبيقاتها في قطاع النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.
- (25) - Perakis, A.S.: "A second look at Fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 12, No. 3, 1985, 209-214.
- (26) - Perakis, A.N. and Papadakis, A.N.: "Fleet deployment optimization models", Part (1), Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 127-144.
- (27) - Perakis, A.N. and A.N. Papadakis: "Fleet deployment optimization models", Part (2), Op.Cit, 145-155.
- (28) - Rana, K. and Vickson, R.G.: "A Model solution algorithm for optimal routing of a time –chartered container ship", Transport Science, No.22, 1988, pp. 83-95.
- (29) - Abdul Moneim, Farouk: "Cost effectiveness of the different ship acquisition methods in developing countries", First International Conference On Maritime Transport In Developing Countries– Problem Encountered, Alexandria, 1989.

- (30) - " عرض موجز لأبحاث الدارسين في دبلوم بحوث العمليات وتحليل النظم رقم (1) للعاملين بقطاع النقل البحري "، مركز البحوث والاستشارات لقطاع النقل البحري، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1989.
- (31) - Perakis,A.N. and Jaramillo,D.I.: "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part (1), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 183-200.
- Jaramillo,D.I. and Perakis,A.N.: "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part (2), Op. cit., 235 -262.
- (32) - Perakis,A.N. and Bremer,W.M.: "An operational tanker scheduling optimization system-Background, Current practice and Model formulation", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 177-187.
- (33) - Bremer,W.M. and Perakis,A.N.: "An operational tanker scheduling optimization system-Model implementation, results and possible extensions", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 187-199.
- (34) - El Noshokaty,Said M.: "Shipping Optimization System (SOS)- 2.SOS-Scheduler", The 4th Maritime International Conference On Modern Changes In Shipping Industry And Their Impact On Developing Countries, Alexandria, 1995.
- (35) - El Noshokaty,Said M.: "Shipping Optimization System (SOS)- 1. SOS-Voyager", The 2nd International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 1991.
- (36) - Cho,S.C. and Perakis,S.C.: "Optimal liner fleet routing strategies", Maritime Policy & Management, Vol. 23, No. 3, 1996, 249-258.
- (37) - Powell B.J. and Perakis,A.N.: " Fleet deployment optimization for liner shipping- an Integer Programming Model", Maritime Policy & Management, Vol. 24, No. 2, 1997, 183-192.
- (38) - Bausch,D.O.;Brown,G.G. and Ronen,D.: "Scheduling short-term marine transport of bulk products", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 4, 1998, 335-348.
- (39) - Glik,Leslie A.: Trading With Saudi Arabia, Roman & Little field, Maryland, 1980.
- (40) - Azzee,Baha Bin Hussen: Shipping and Development In Saudi Arabia, Jeddah, Thihama, 1981.
- (41) - عزي، بهاء بن حسين: " التكنولوجيا والوسائل الكفيلة بنقلها إلى المملكة العربية السعودية"، مجلة الأكاديمية العربية للنقل البحري، مجلد 9، عدد 8، 22، 1984-33.
- (42) - ندوة للنقل البحري نظمتها وزارة المواصلات بالتعاون مع الغرفة التجارية الصناعية بجدة عام 1989.

- (43) - بابقي، أحمد سعيد، و عبد المجيد، محمد محمود: "نحو دور أكبر لأسطول النقل البحري السعودي في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية"، ندوة: من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي، جدة، 20-22 مارس، 1990، 29-108.
- (44) - بكري، محمد هاني عبد القادر: "المعوقات التي تحد من كفاءة الأسطول السعودي و أساليب معالجتها"، الندوة السابقة، 409-421.
- (45) - عراقي، محمد طارق: "تتمة النقل البحري لخدمة الاقتصاد الوطني"، الندوة السابقة، 481-543.
- (46) - رضوي، محمد نعيم: "الاستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري عن طريق النماذج الرياضية باستخدام الحاسوب"، الندوة السابقة، 317-328.
- (47) - الرادادي، محمد بن مسلم: تجارة الخدمات الصناعية والاستثمارات البحرية لأقطار مجلس التعاون الخليجي، دار المجتمع للنشر والتوزيع، جدة، 1994.
- (48) - Savsar,Mehmet; Bolat,Ahmed and khan,Rashidur Rotab: "Study And Development Of Maritime Transportation In The Kingdom Of Saudi Arabia", A project sponsored by King Abdul Aziz City For Science And Technology, Riyadh, 1995.
- (49) - Savsar,Mehmet: "Analysis Of Saudi Arabian Maritime Transportation Industry", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 2, 1998, 185-200.
- (50) - بخاري، عبله عبد الحميد: محددات الطلب على الواردات المنقولة بحرا إلى المملكة العربية السعودية، (رسالة ماجستير)، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، 1992.
- (51) - توجد العديد من البرامج الجاهزة التي يمكن استخدامها لحل مشكلات البرمجة الخطية محل الدراسة، منها: Microsolve ، Linear and Mathematical Programming ، Solver ، The Management Scientists (MS) ، System(LAMPS) و غيرها. هذه البرامج و إن اختلفت من حيث الشكل و طريقة التطبيق إلا أنها في النهاية تعطي نفس المعلومات المطلوبة كدالة الهدف و متغيرات القرار و المتغيرات الراكدة و الفائضة و تحليل الحساسية.

الفصل الثاني

الاقتصاد المائي

ومعايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية

الفصل الثاني "الاقتصاد المثالي و معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية"

أولاً - الاقتصاد المثالي

تزايدت أهمية نظرية الأمثلية في حل الكثير من المشكلات المعقدة التي تظهر في الاقتصاد، بحوث العمليات والهندسة وغيرها من العلوم. و قد استخدم مفهوم الاقتصاد المثالي بشكل متعارض وتبادلي مع مفهوم اقتصاديات الرفاهية Welfare Economics. و رغم أن هذا الأخير أكثر شيوعاً، و الأول أقل التباساً وغموضاً، غير أن "أرشيبالد" Archibald يرى بأن اقتصاديات الرفاهية هي فرعاً من فروع الاقتصاد المثالي⁽¹⁾. و عليه فالإقتصاد المثالي يمكن أن يعني أكثر من مجرد البحث عن أفضل وضع اقتصادي، أو البحث عن المثالي في علاقات الظواهر المختلفة إنما أيضاً تحقيق الأهداف الاجتماعية المرغوبة إلى جانب الأهداف الاقتصادية للمجتمع.

إن كلمة أمثل Optimum هي "اصطلاح اقتصادي يدل على أقصى درجة من النمو أو النشاط أو الفاعلية يمكن الوصول إليها في ظل ظروف ضمنية معينة"⁽²⁾. أما الوضع الأمثل فهو "اصطلاح اقتصادي يدل - حسب تعريف "باريتو" - على أقصى قدر من الرفاهية العامة، أي أنه الوضع الذي لا يمكن التحرك منه إلى وضع آخر، يصبح فيه كل فرد في النظام الاقتصادي أحسن حالاً من ذي قبل"⁽³⁾، حيث يرى "باريتو" أن الوضع الأمثل إنما يقصد به ذلك الوضع الذي يستحيل معه وضع أي فرد على منحنى سواء Indifference Curve⁽⁴⁾ أعلى دون أن يترتب على ذلك وضع أي شخص آخر على منحنى سواء أدنى، وأن هناك عدد لانهائي من الأوضاع المثلى من بينها وضع أمثل هو بالضرورة أفضل من أي وضع سواه.

عندما يبحث الاقتصادي عن الإجابة المثلى وتحقيق الرفاهية الاقتصادية، فإن الإجابة عادة تدخل تحت ما يعرف بالاقتصاد المثالي أو المعياري. فمنهجية الاقتصاد تنقسم إلى: اقتصاد إيجابي و اقتصاد مثالي. الاقتصاد الإيجابي (الواقعي) يرتبط بطبيعة الاستفسار الذي يخلو من الأحكام أو القيم الشخصية، حيث يهتم بتفسير ما هو كائن فعلاً أو سيكون. فالتعبيرات الإيجابية إنما تعني أن يتم وصف النظريات والقوانين لتفسير الظاهرة الاقتصادية الملحوظة، و تفسر علاقة السبب بالآثر بين المتغيرات الاقتصادية المختلفة.

أما الاقتصاد المثالي أو المعياري فهو جسد من المعرفة العلمية المنظمة والمرتبطة بمعيار ما يجب أن يكون. بمعنى أن الاقتصاد المثالي يهتم بالإجابة على السؤال القائل: ماذا يجب أن يكون؟. و عليه فإن العبارة المعيارية تتطوي على إصدار أحكام شخصية وتقييم للأشياء بما هو جيد وما هو رديء. و تعد مقدره العلم على التفرقة بين ما هو إيجابي وما هو معياري هي سر التقدم الهائل الذي شهده الإنسان في فروع البحث العلمي المختلفة في الآونة الأخيرة⁽⁵⁾. و يقال أن المفتاح أو المحرك الأساسي لنجاح العلم الحديث هو المقدره على التمييز في النظر إلى ما يحدث فعلاً و بين ما نريده أن يحدث⁽⁶⁾.

و يقدم مفهوم الأمتلية الاقتصادي معياراً للمفاضلة وحسم الاختيار، فكما نعلم أن علم الاقتصاد هو علم الندرة Scarcity، و نقصد بها الندرة النسبية و ليست المطلقة، و من هنا كان تعريف "ليونيل روبنز" Lionel Robbins لعلم الاقتصاد، و الذي يركز على مفهوم الندرة من أكثر التعاريف تداولاً. يقول "روبنز" بأن علم الاقتصاد هو "العلم الذي يعني بدراسة النشاط الإنساني في سعيه لإشباع حاجاته الكثيرة المتزايدة بواسطة موارد المحدودة"⁽⁷⁾.

إن السعي لإشباع الحاجات يبرز مشكلة الاختيار بين البدائل المختلفة، فطالما أنه ليس هناك ما يكفي من سلع وخدمات لتلبية ومقابلة الاحتياجات والرغبات غير المحدودة، فلا بد من اتخاذ قرار حول أفضل البدائل. الأمر الذي جعل البعض يطلق على الاقتصاد اسم "علم الاختيار"، حيث تستلزم مشكلة الندرة العمل على تضيق الفجوة بين الحاجات والموارد عن طريق الاختيار، و هذا بدوره يتطلب تطبيقاً لعملية تخصيص الموارد. و يتضمن الاختيار و تخصيص الموارد لاستخدام معين الاستغناء عن توجيهه لاستخدام آخر، أي التضحية باستخدام آخر للموارد المتاحة. هذه التضحية تعتبر بمثابة الثمن المضحى به لتحقيق الهدف المعين، أو ما يعرف بنفقة الاختيار أو نفقة الفرصة البديلة.

يقصد بتخصيص الموارد توزيع الموارد ذات الندرة النسبية على استخدامات إنتاجية معينة أو على مستهلكين معينين، أو أي مجموعات أخرى معينة. أو بعبارة أخرى هو توزيع الموارد على استخداماتها البديلة أو المتنافسة. إن التخصيص الأمثل للموارد وإعادة التخصيص استجابة لتغيرات الاحتياجات والظروف، إنما يجعل الاقتصاد ينعم بأقصى عائد من موارده المتاحة، ويحقق ما يعرف بالكفاءة الاقتصادية. و الكفاءة الاقتصادية هي استخدام الموارد الاقتصادية بالطريقة التي لا يمكن معها إعادة توزيع هذه الموارد بحيث تعطي منفعة أو عائد أكبر مما تعطيه حالياً، أي استخدام الموارد الاقتصادية استخداماً أمثلاً.

و نكون في حالة تحقيقنا للكفاءة الاقتصادية قد حققنا أيضاً التخصيص الأمثل للموارد، حيث لا يمكن أن نحقق أي منفعة أو ناتج أعلى عند أي تخصيص آخر غيره.

كما تعني الأمثلية على المستوى الجزئي أن تهدف الوحدة الاقتصادية إلى تحقيق أمثل (أفضل) وضع ممكن لها في ظل مجموعة معينة من الظروف. و على ذلك فالوضع الأمثل ما هو إلا وضع توازن تستقر عنده الوحدة الاقتصادية. فالأمثلية تعني تعظيم (أو تدنية) دالة معينة تعرف بـ "دالة الهدف"، وذلك في ظل قيود معينة. فمن معايير علم الاقتصاد لاختيار ما هو أفضل هدف تعظيم Maximizing شيء ما كالأرباح أو المنفعة أو الإيرادات، أو يكون هدف تدنية Minimizing شيء ما كالتكاليف أو الاستهلاك أو الزمن مثلاً.

و من وجهة النظر الاقتصادية توضع عمليات التعظيم أو التدنية ضمن تحديد الأمثلية. ويكون التوازن المستهدف Goal Equilibrium هو الوضع الأمثل للوحدة الاقتصادية، سواء كانت هذه الوحدة مستهلك يهدف إلى تحقيق أقصى منفعة ممكنة، أو منتج يسعى لتعظيم أرباحه أو تقليل تكاليفه، أو حتى الاقتصاد القومي برمته في محاولته لتحقيق أهدافه الاقتصادية⁽⁸⁾. و إن كان التوازن لا يتوقف دائماً على تعظيم أو تدنية دالة الهدف، فإن الأمثلية ما هي إلا حالة خاصة من حالات التوازن، كما أن شروط تحقيق الأمثلية هي في حقيقتها شروط تحقيق التوازن.

وعندما تتم عملية تخصيص الموارد الاقتصادية المتاحة تخصيصاً أمثلاً، فإن الاقتصاد سوف يحصل على أقصى حد من الرفاهية الاقتصادية Maximum Economic Welfare، و بالتالي زيادة في الرفاهية العامة كما يعتقد "بيجو" Peguio⁽⁹⁾، و عندها يبلغ الاقتصاد حد التوازن العام General Equilibrium. و يرى البعض - ومنهم "رادوميزلر" Radomysler⁽¹⁰⁾ - أن اقتصاديات الرفاهية لا تتطوي على معرفة ما يجب أن يؤدي إنما على دراسة أسباب الرفاهية التي من شأنها تحقيق أوفر قدر من السعادة للإنسان. فإذا كانت دراسة الرفاهية مقصورة على تحليل تلك الأسباب التي تعمل على تحقيق أقصى قدر من السعادة والرفاهية للإنسان، فهي عندئذ تعتبر دراسة إيجابية. أما إذا امتدت الدراسة لتشمل إضافة إلى ذلك رسم ووضع السياسات الكفيلة بتحقيق السعادة والرفاهية فهي عندئذ تصبح دراسة معيارية مثالية.

و بتحليل "باريتو" ظهرت فكرة الرفاهية بإطار وشكل جديد. فعلى الرغم من أن التحليل الحديث كان نتاجاً لإسهامات شارك فيها العديد من الاقتصاديين مثل "هيكس" Hicks، "كالدور" Kaldor، و "ليتل" Little وغيرهم، إلا أن تحليل "باريتو" في الوضع الأمثل قاد إلى التحليل الحديث لاقتصاديات الرفاه أكثر من سواه. فقد فسر "باريتو" الوضع الأمثل

للفاهية Optimal Welfare Position مستعينا بتحليل منحنيات السواء. و هو بذلك يعتبر أول من أقام دعائم التحليل الحديث لاقتصاديات الرفاهية مستخدماً فكرة التفضيل الغير قابل للقياس العددي (الترتيبي) Ordinal Preference⁽¹¹⁾.

يعد مفهوم الأمثلية مهم جداً للاقتصادي في تحليلاته وتطبيقاته وتساعد في حل المشكلات الاقتصادية المختلفة، هذا فضلاً عن مساعدته في فهم سلوك الوحدات الاقتصادية، سواء تلك التي تخص مجالات الإنتاج، أو الاستهلاك، أو النقل وخلافه، و تمكنه تلك الوحدات أيضاً من اتخاذ القرارات المثلى. و تلعب طرق الأمثلية دوراً مهماً في عملية النمذجة لأن النماذج هنا إنما تصاغ في سبيل تحديد تلك القيم التي تعطي قياساً أمثلاً للجودة. فمشكلة الأمثلية تبتدى بمجموعة من المتغيرات أو المعلمات متضمنة بعض القيود التي تعرف القيم المقبولة للمتغيرات. مثل هذه القيود تعرف بقيود المشكلة. أما المكون الآخر ومقياس الجودة لمشكلة الأمثلية - كما ذكرنا مسبقاً - فيتمثل في دالة الهدف. و على ذلك يكون الحل الأمثل هو أفضل قيمة يجب أن تأخذها دالة الهدف اعتماداً على القيود المفروضة على المتغيرات، أو بعبارة أخرى مجموعة القيم المقبولة أو الجائزة للمتغيرات، و التي تفترض دالة الهدف من أجلها قيمة مثلى⁽¹²⁾.

يوصف الاقتصاد أحياناً كدراسة لتخصيص الموارد النادرة وتوظيفها توظيفاً أمثلاً. فنجد "فرجسون" Ferguson يعرف علم الاقتصاد بأنه "دراسة التوظيف الأمثل للموارد المادية والبشرية بين الأهداف المتنافسة بهدف تعظيم الأهداف"⁽¹³⁾. و تظهر هنا مشكلة كيفية الانتفاع بالموارد المحدودة بأفضل طريقة ممكنة أو كيفية تحقيق الأمثلية، عندها يتطلب الأمر وجود تقنيات ملائمة لحل هذه المشكلة. و المفهوم العام لهذه التقنيات هو ما يعرف بالبرمجة الرياضية، سواء كانت هذه البرامج خطية أو غير خطية أو برامج محاكاة. والبرمجة الخطية هي أبسط تلك البرامج الرياضية⁽¹⁴⁾، والتي تنطوي تحت ما يعرف بعلم بحوث العمليات.

يمكن أن تعرف بحوث العمليات على أنها الأدوات والأساليب العلمية الرياضية و الإحصائية التي تستخدم للمساعدة في عملية اتخاذ القرارات للوصول إلى الحل الملائم بين البدائل المختلفة، حيث أن الفكرة الأساسية منها هي البحث عن حل "أمثل" أو "أفضل" بين الحلول البديلة. و البرامج الرياضية هي إحدى أساليب بحوث العمليات، إضافة إلى أسلوب المحاكاة و جداول المدخلات والمخرجات ونماذج صفوف الانتظار.. وغيرها. فالبرنامج الرياضي هو مشكلة أمثلية يعطى فيها الهدف والقيود في صورة رياضية وعلاقات. و هي

كما نكرنا تكون برامج خطية أو برامج صحيحة Integer أو ديناميكية Dynamic أو غير ذلك.

فقد كانت مشكلة توزيع الموارد على الاستخدامات المختلفة و لا تزال واحدة من أهم المشاكل التي تواجه متخذي القرار على كافة المستويات. و قد قدم "جورج دانترج" George Dantzig إسهامه الكبير لحل هذه المشاكل، و الذي عرف بأسلوب البرمجة الخطية. فقد أدى استخدام البرمجة الخطية إلى حل الكثير من المشكلات المتعلقة بعملية تخصيص الموارد الاقتصادية ومكنت من الوصول إلى الحل الأمثل لكثير من المشكلات ذات البدائل.

و تعتبر البرمجة الخطية إحدى الأساليب أو البرامج الرياضية واسعة الانتشار، و التي تهتم ببناء النماذج الرياضية لحل مشكلات التعظيم أو التذنية المقيدة. يكون ذلك عندما تكون هناك مجموعة من القيود، ودالة هدف يراد تحقيق أمثلتها. فكلمة "برمجة" إنما تعني تخطيط الأنشطة أو استخدام الأساليب الرياضية للوصول إلى أفضل الحلول. أما كلمة "خطية" فتعني أن جميع الدوال في النموذج أو العلاقات تكون خطية. و وفقاً لذلك نقول بأن البرمجة الخطية هي عبارة عن أداة رياضية من أكثر الأساليب تطبيقاً في الاقتصاد والإدارة للوصول إلى حلول مثلى لتلك المشكلات المتعلقة بمحدودية الموارد المتضمنة تخطيطاً للأنشطة Activities Planning في سبيل تحقيق نتيجة مثلى. و بذلك تعد البرمجة الخطية من أكثر الطرق ملائمة و التي تساعد الاقتصاديون في حل ما يصادفهم من مشكلات الأمثلية (15).

ثانياً - معايير الأمثلية في شركات الملاحة البحرية

ذكرنا من قبل أن من أهم المشكلات التي تواجه متخذو القرار هي تلك المتعلقة بكيفية تخصيص الموارد وتوظيفها توظيفاً أمثلاً، وكذلك هو الحال بالنسبة للمختصين بإدارة الشركات الملاحية ومتخذي القرار فيها. تواجههم هنا مشكلة اختيار المعيار Criteria المناسب والذي يمكن استخدامه في تشغيل سفن أسطول النقل البحري، هل هو معيار تعظيم الأرباح؟ أم هو معيار تدنية التكاليف؟ أم غير ذلك؟ أي يثار التساؤل دائماً حول المعيار الذي يتعين اختياره في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري. و نستعرض فيما يلي أهم المعايير التي يختار متخذ القرار أحدها في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول، وهي كالتالي:-

1 - تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر ربح ممكن

إن الهدف الأول والأساسي لنشاط أي منتج أو منشأة تجارية يتمثل في تحقيق أقصى قدر ممكن من الأرباح. فعلى الرغم من تعدد أهداف المنشأة يبقى هدف تحقيق أقصى ربح في مقدمة تلك الأهداف، وذلك بسبب ارتباطه بالعائد المباشر الذي يتوقعه ملاك المنشأة مقابل ما يستثمرونه من أموال فيها. ورغم عدم وجود حد أقصى للربح، إلا أن ذلك لا يمنع فكرة تعظيم الربح، أي محاولة تحقيق أقصى قدر ممكن من الربح Maximum Profit. فوحدة القرار التي تسعى إلى تعظيم أرباحها، إنما تهتم بدراسة تكاليفها ومقارنتها بالإيرادات للتعرف على مركزها المالي Financial Position من حيث الأرباح والخسائر من ناحية، و لتحديد ذلك الاستخدام الأمثل لمدخلاتها و الكفيل بتحقيق مستوى معين من الإنتاج والتشغيل بأقل قدر من التكلفة من ناحية أخرى.

إن الربح الذي تحققه الشركة ما هو إلا الفرق بين الإيرادات الكلية Total Revenues التي تحصل عليها من تشغيل سفنها و النفقات الكلية Total Costs التي تتحملها. و عليه تكون زيادة الربح بزيادة الفرق بينهما، إما بزيادة الإيرادات أو تخفيض التكاليف. و الربح الذي نقصده هنا هو ذلك الناجم عن تخفيض التكاليف الحقيقية Real Costs لتشغيل سفن الأسطول البحري. و يلعب الربح دوراً مهماً في النشاط الاقتصادي بصفة عامة، و ضرورياً لأي شركة ملاحية بصفة خاصة، تماماً كما هو مهم لأي شركة عاملة في أي نشاط تجاري. ويرجع ذلك للعديد من الأسباب منها (17):-

أ- إن تحقيق فائض ربح Profit Surplus للشركة يعتبر من أبرز مؤشرات الأداء والهامة لمراجعة سلوك المنشأة أو الشركة، والدلالة على كفاءة التشغيل مبينة ما إذا كان تشغيل الشركة لسفن أسطولها مجدياً اقتصادياً أم لا. و على ذلك فهو معيار يتم على أساسه تحديد مدى التحسن أو التدهور في الأوضاع التشغيلية للشركة الملاحية و الحكم على الكفاءة التشغيلية Operational Efficiency فيها.

ب- إن الربح يعتبر مورداً هاماً و رئيسياً من موارد التمويل الذاتي للشركة، حيث أن العائد أو الربح يمكن الشركة من تمويل عمليات التوسع في نشاط الشركة أو تطويرها. فوجود فائض ربح يعطي الشركة مركزاً مالياً أقوى، ويجعلها قادرة على استخدام مواردها الذاتية في تمويل استثماراتها وأنشطتها المختلفة.

ج- إن فائض الربح يعد حافزاً للتوسع في أنشطة الشركة خاصة إذا ما كانت تسعى إلى تحقيق أهداف أخرى إلى جانب هدفها الأساسي (الربحية) Profitability كهدف النمو و التوسع، أو نقل أكبر حمولة ممكنة، أو زيادة فترات التشغيل و رفع مساهمتها في نقل التجارة الخارجية، أو الدخول في أنشطة مساندة للأنشطة البحرية التي تقوم بها.

د- أن الربح يعتبر عاملاً ضرورياً في عملية التكوين الرأسمالي Capital Formation و اللازم لشراء أو بناء سفن جديدة مستقبلاً لرفع درجة مساهمة الأسطول في خدمة التجارة الخارجية للدولة، مما يؤدي إلى تحقيق مزيد من الأرباح.

و تجدر الإشارة هنا إلى نقطة مهمة يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار الشركة تعظيم الأرباح كمعيار لتشغيل سفن الأسطول، ألا وهي أن يكون الربح المتحقق حقيقياً Real Profit. بمعنى أنه يعكس الكفاءة الفعلية لتشغيل السفن، فيكون الانخفاض في تكاليف التشغيل ناتجاً عن استخدام الإدارة لأسس علمية وأساليب إدارية وجهود فعلية كان من شأنها رفع مستوى الأداء وليس انخفاضاً ظاهرياً في التكاليف.

قد يتحقق الربح أحياناً نتيجة التلاعب المقصود في عناصر تكاليف التشغيل مثل مخصصات الإهلاك وتقييم المخزون السلعي. أو قد يكون مقصوداً لدعم المركز المالي و رفع قيمة أسهم الشركة في سوق الأوراق المالية Stock Markets لتحقيق مكاسب رأسمالية. كما يمكن أن يكون فائض الربح ناجماً عن ظهور تكتلات احتكارية Monopolistic في السوق الملاحية، أو احتكار الشركة الملاحية نفسها لسفن النقل البحري، الأمر الذي يؤدي إلى رفع سعر الشحن و بالتالي زيادة الأرباح. و عندئذٍ لا يعتبر الربح معياراً و مؤشراً صادقاً لتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري.

2 - تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة بأقل تكلفة تشغيل

تعتبر تكاليف التشغيل من العناصر التي يمكن لشركة الملاحة التحكم فيها بتخفيض بنودها المختلفة إلى أدنى حد ممكن. و تكاليف التشغيل هي كل ما تتحمله الشركة الملاحية من نفقات في سبيل تقديمها للخدمة المطلوبة. فإذا كانت الشركة تسعى إلى تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها و الكفيل بتحملها أقل تكاليف ممكنة، فإن ذلك يتطلب تحديد عناصر التكاليف بوضوح و دقة حتى يمكن الحكم على مدى كفاءة التشغيل و التحسن في مستوى الأداء.

و يفضل استخدام معيار أقل تكلفة لتشغيل سفن الأسطول البحري في حالة ما إذا كانت الشركة لا تحقق فائضاً من الربح، إنما تعاني من خسائر سنوية عند تشغيلها لسفن أسطولها، و عجز الإيرادات عن تغطية تكاليفها. يتطلب الأمر هنا العمل على تقليل تلك الخسائر المتحققة إلى أدنى مستوى ممكن، و يتأتى ذلك بالاعتماد على معيار أو هدف تدنيّة تكاليف التشغيل قدر الإمكان. و بدون شك فإنه كلما كان هناك وفر أكبر في التكاليف خلال الفترة الزمنية المعينة (السنة الحالية مثلاً) عن الفترة (السنة) السابقة لها، كلما دل ذلك على كفاءة أكبر في تشغيل سفن الأسطول.

و للحكم على كفاءة التشغيل وفقاً لمعيار أقل تكلفة، تتم المقارنة بين تكلفة التشغيل لفترتين زمنيتين متتاليتين لقياس مدى الوفرة المتحقق في التكاليف. كما يمكن أن تتم مقارنة التكاليف الفعلية Actual Costs بالتكاليف المعيارية⁽¹⁸⁾ Normative Costs لتشغيل سفن الأسطول في نفس الفترة الزمنية. و لهذه المقارنة الأخيرة أفضليتها من حيث كونها تهدف و باستمرار إلى خفض تكاليف التشغيل، و بالتالي تحقيق مزيد من التحسن في كفاءة التشغيل. و على ذلك فإن اختيار معيار أقل تكلفة تشغيل ممكنة لتحقيق الأمثلية في تشغيل السفن على الخطوط المختلفة، إنما يتطلب تحديداً لتكلفة التشغيل المعيارية و مقارنتها بالتكلفة الفعلية. و كلما كانت التكلفة الفعلية أقرب إلى التكلفة المعيارية كلما دل ذلك على زيادة في الكفاءة.

و لهذا المعيار أهميته الاقتصادية أيضاً، حيث أنه وفقاً للتكاليف المحتملة للإنتاج أو التشغيل تتمكن الشركة من تحديد قدرتها التنافسية في السوق. و كلما كانت هذه التكاليف منخفضة كلما دل ذلك على كفاءة الشركة، و كلما نجحت الشركة في اختراق السوق و مواجهة المنافسين الأجانب. فملاك السفن ذوي التكاليف الأقل هم بدون شك الملاك الأكثر كفاءة، و الأكثر قدرة على البقاء و الاستمرار لمدة أطول عند حدوث أي ركود في السوق الملاحي. و استخدام الشركة لأدنى تكلفة تشغيل ممكنة كمعيار لتحقيق أمثلية تشغيل سفن

أسطولها، إنما تعني انخفاض تكلفة نقل أو شحن البضائع من مواقع الإنتاج أو الاستيراد إلى مراكز التوزيع و التصدير.

و لا خلاف حول أهمية انخفاض تكلفة النقل بالنسبة للاقتصاد القومي⁽¹⁹⁾، و لكن أهم ما في الأمر هو أن انخفاض تكلفة النقل سوف تعمل على انخفاض تكلفة إنتاج البضائع أو السلع المنقولة و المستوردة، و بالتالي ستؤدي إلى انخفاض أسعارها. هذا الانخفاض في الأسعار يؤدي بدوره إلى انخفاض في تكاليف الإنتاج و من ثم أسعار السلع المحلية التي تدخل المنتجات أو البضائع المستوردة في إنتاجها.

3 - تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لنقل أكبر حمولة ممكنة

بخلاف هدف تحقيق أقصى ربح أو أدنى تكلفة تشغيل ممكنة، قد تكون هناك طموحات أو دوافع وطنية لشركة الملاحة تجعل من أولويات أهدافها تشغيل أسطولها البحري بحيث يتمكن من نقل أكبر حمولة ممكنة، بصرف النظر عن تحقيقها أقصى ربح ممكن أو أقل تكلفة تشغيل. فالاعتماد على خدمات النقل البحري الوطني مطلب من مطالب الاستقلال الاقتصادي والسياسي، و يبقى الاعتماد على السفن الأجنبية و إن كان ضرورياً و لا يمكن للدولة الاستغناء عنه أمر غير مرغوب فيه.

و تعد المنافسة الأجنبية Foreign Competition التي تلقاها السفن الوطنية من أكثر العوامل التي تحد من كفاءة الأسطول الوطني ومقدرته على المساهمة بفعالية في خدمة تجارة الدولة الخارجية خاصة إذا ما كانت تكلفة نقل التجارة على السفن الأجنبية أقل من تكلفة نقلها على السفن الوطنية، عندها يمكن تحقيق هدف أقل تكلفة نقل. و لكن تحقيق هدف أقل تكلفة نقل هنا يعني أن لا يكون للأسطول الوطني أي نصيب يذكر في نقل التجارة الخارجية. و هذا أمر يرفضه العقل والمنطق خاصة إذا ما أمعنا النظر في أهمية وجود أسطول وطني يقوم بنقل التجارة الخارجية للدولة ويساهم في خدمة هذه التجارة قدر المستطاع.

يحد امتلاك الدولة لأسطول بحري وطني من كثير من المصاعب التي يمكن أن تواجهها الدولة فيما لو اعتمدت على سفن أجنبية لنقل تجارتها سواء من الناحية السياسية، أو الأمنية، أو من الناحية الاقتصادية. فالدولة باعتمادها على النقل الأجنبي إنما تسخر جزء مهم من ناتجها القومي لصالح ربحية شركات الملاحة الأجنبية، فضلاً عن عدم تمتعها باستقلالها السياسي أو الاقتصادي. لذا فإن رفع مساهمة الأسطول الوطني في نقل أكبر قدر من التجارة الخارجية أمراً ضرورياً لا جدال فيه.

هذه المبررات وغيرها قد تدفع الشركة الملاحية الوطنية إلى السعي والعمل على نقل أكبر حمولة ممكنة من البضائع، حتى ولو كان ذلك مقابل التضحية بجزء من أرباحها أو على الأكثر التضحية بهامش الربح والاكتفاء بالربح العادي⁽²⁰⁾. و على ذلك فإنه من المستحسن في حالة ما إذا أرادت الشركة تحقيق الأمثلية في تشغيل سفن أسطولها البحري وفقاً لمعيار نقل أكبر حمولة ممكنة، أن يفترض متخذ القرار حد أدنى للربح يشكل قيداً على هدف نقل أقصى حمولة ممكنة. فالمنشأة أو الشركة تحتاج إلى حد أدنى من الأرباح لتمويل نفقات التوسع أو النمو لإرضاء الملاك أو المساهمين، و حفاظاً على مركزها المالي.

كما يمكن القول، بأن معيار نقل أكبر حمولة قد يكون مقبولاً إذا كان في الإمكان التحكم في تكلفة التشغيل وتخفيضها قدر المستطاع، فضلاً عما إذا كان في الإمكان تحقيق ربح معقول مع نقل الحمولة المطلوبة. هذا إضافة إلى حالات الحصار الاقتصادي، أو ارتفاع أسعار أو تكاليف النقل على السفن الأجنبية. في تلك الحالات يمكن للشركة الملاحية اختيار معيار نقل أكبر حمولة كلية ممكنة و اعتماده كمعيار لتحقيق الأمثلية من تشغيلها لسفن أسطولها البحري. و ينجم عن ذلك رفع درجة مساهمة الأسطول البحري الوطني في نقل البضائع المتاحة على الخطوط الملاحية المختلفة، وذلك يتأتى عن طريق زيادة فترات التشغيل للسفن المتاحة، و خفض فترات التعطل و التوقف، وزيادة عدد الرحلات، ومعدلات التحميل لكل سفينة. و بدون شك فإن مقدرة الأسطول على نقل حمولات كلية أكبر إنما يعكس و بوضوح كفاءة هذا الأسطول في خدمة تجارة الدولة الخارجية وفعالية تشغيله.

4 - تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية

تعانى معظم الدول النامية من عجز مستمر في موازين مدفوعاتها و نقص في حصيلتها من النقد الأجنبي، الأمر الذي يبرر أهمية دعم الأسطول الوطني و رفع كفاءته و تحقيق أمثلية تشغيله. فكلما تمكن الأسطول الوطني من نقل جزء أكبر من التجارة الخارجية للدولة كلما أدى ذلك إلى وفر أكبر في العملات الأجنبية التي كانت ستدفعها فيما لو قامت السفن الأجنبية بنقله. هذا إضافة إلى ما قد تحصل عليه من إيرادات بالعملة الأجنبية إذا ما تمكنت من نقل تجارة دولة أخرى على أساطيلها الوطنية. الأمر الذي يعالج بدوره عجز ميزان المدفوعات Balance of Payments Deficit، ويحسن من وضع الميزان الملاحى Maritime Balance فيه⁽²¹⁾. و لكن مدى الاستفادة من هذا المعيار، وتحقيق الآثار المرجوة منه على ميزان المدفوعات، وزيادة جسيمة الدولة من العملة الأجنبية إنما يتوقف على الآتي⁽²²⁾ :-

أ- أن تكون مدفوعات وأسعار السفن المشتراة من الخارج تمحي أو تعادل المنافع (الإيرادات) التي تعود على ميزان المدفوعات من تشغيل السفن.

ب- مدى تطبيق السفينة من العمالة الماهرة الوطنية للنهوض بصناعة النقل البحري على الوجه المطلوب.

ج- قدرة الدولة على القيام بالإصلاحات الكبيرة في السفن، حيث أن عدم توافر الخدمات اللازمة لمساندة الأسطول الوطني يجعل من الاستثمار في السفن عملية مكتملة لعملية استنزاف العملات الأجنبية.

وباعتبار ندرة العملات الأجنبية، و الرغبة في زيادة حصيلة الدولة من هذه العملات الضرورية لعمليات تمويل التنمية الاقتصادية Economic Development، فقد يكون هدف تشغيل سفن الأسطول البحري متمثلاً في تحقيق أكبر إيراد ممكن من العملات الأجنبية. و يكون هذا المعيار مقبولاً في حالة ما إذا كان هناك عدد كبير من سفن الأسطول الوطني، و القادرة على نقل جزء كبير من التجارة الخارجية، بحيث تكون تكلفة النقل على سفن أجنبية أو ما تدفعه الدولة من تكاليف نقل أقل من أو مساوية لتكاليف النقل على السفن الوطنية.

و لكن عندما نجد أن الدولة تدفع للسفن الأجنبية نوالين بالعملات الأجنبية تفوق ما تحصل عليه الدولة من إيرادات نتيجة تشغيل سفنها و بالعملات الأجنبية، عندها لن تتمكن شركات الملاحة الوطنية من تطبيق هذا المعيار، إلا بزيادة كفاءة سفن أسطولها والعمل على زيادة مساهمته في نقل تجارتها على سفنها الوطنية، وبالتالي القدرة على تحقيق هدف أكبر قدر أو إيراد من العملات الأجنبية، واستخدام هذا الهدف كمعيار لتحقيق أمثلية تشغيل سفنها على الخطوط الملاحية المختلفة.

5 - تشغيل سفن الأسطول على الخطوط المختلفة لتحقيق أكبر قيمة مضافة

قد تلجأ الشركة الملاحية في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها على الخطوط الملاحية المختلفة على معيار آخر من معايير الأمثلية، وهو ذلك المتمثل في تحقيق أكبر قيمة مضافة، حيث يظهر هذا المعيار مدى مساهمة سفن الأسطول البحري في زيادة الدخل القومي للدولة. فالقيمة المضافة تتمثل في "مقدار المساهمة الصافية في الناتج القومي"⁽²³⁾، لذا فهي تحسب عن طريق طرح مستلزمات الإنتاج السلعية و الخدمة من قيمة إجمالي الإنتاج بسعر البيع، أي أن:-

القيمة المضافة الإجمالية = قيمة الإنتاج - مستلزمات الإنتاج

و بطرح قيمة الإهلاك من هذه القيمة الإجمالية نحصل على صافي القيمة المضافة، والتي تمثل الدخل القومي، حيث تتكون من الأجور و المرتبات، و الربح (الإيجار)، و الفائدة، و الأرباح، إضافة إلى الضرائب الغير مباشرة. و نعرف المكونات السابقة ما عدا الأجور و المرتبات بالفائض الاقتصادي، و الذي يتطلب حسن استخدامه، وتوجيهه لأغراض الاستثمار المنتج Productive Investment. أي أن:-

صافي القيمة المضافة = الأجور و المرتبات + الفائض الاقتصادي.

و يتكون صافي القيمة المضافة من قسمين: صافي القيمة المضافة المحلية، و صافي القيمة المضافة المحولة للخارج. و يفضل استخدام مقياس صافي القيمة المضافة المحلية لكونه يمثل ذلك الجزء الذي يساهم فيه المشروع في الدخل القومي داخل حدود الدولة، مستبعداً منه الجزء المستهلك خارج حدود الدولة. و إذا ما كان مجموع القيم الحالية لصافي القيمة المضافة أكبر من مجموع القيم الحالية للأجور المحلية أمكن استخدام ذلك المقياس كفائض اجتماعي Social Surplus⁽²⁴⁾، و أعطى دلالة على نجاح المشروع و كفاءة تشغيله.

و بناءً على ذلك نقول بأن القيمة المضافة تعبر عن مدى مساهمة الشركة الملاحية في الدخل القومي، وتحدد ناتج عملية تشغيلها لسفن أسطولها، فهي تعد معياراً يعكس مدى كفاءة و أمثلية تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة. و من ناحية أخرى فإن القيمة المضافة بدورها تزيد مع كل تحسن يحدث في كفاءة تشغيل السفن. و يمكن رفع و زيادة القيمة المضافة عن طريق واحد أو أكثر من العوامل التالية:-

- أ- زيادة فترات تشغيل سفن الأسطول.
- ب- تخفيض زمن التعطلات والتوقف.
- ج- التستيف الجيد للبضاعة.
- د- زيادة نسبة العالمين من المواطنين والحرص على أن تكون باقي المدخلات من خامات وطنية.

ه- تخفيض قيمة مستلزمات الإنتاج الخدمية والسلعية.

هذا و يجدر بنا أن نشير في هذا الصدد أنه في حالة استخدام معيار أكبر قيمة مضافة لابد من الأخذ في الاعتبار بأن مقارنة القيم المضافة لعدد من السنوات لا يعطي حكماً دقيقاً على مدى تطور كفاءة التشغيل. فقد تكون الزيادة في القيمة المضافة مرجعها ارتفاع إيرادات نقل الحمولات الكلية الناجمة عن القوة الاحتكارية لملاك سفن الأسطول، أو نظراً

لظروف طارئة غير متوقعة كان من شأنها ارتفاع الطلب على خدمات الشحن. بل و يمكن أيضاً أن تكون زيادة القيمة المضافة ناتجاً عن انخفاض أسعار وقيم مستلزمات الإنتاج ، أو نقص مخصصات إهلاك السفن، و ليس نتيجة لزيادة فعالية في كفاءة التشغيل.

6 - تشغيل سفن الأسطول بأقل زمن لمكوث السفينة في الميناء

تضيف عملية النقل منفعة اقتصادية Economic Utility للسلع والمنتجات المنقولة، تتمثل في المنفعة الزمانية فضلاً عن المنفعة المكانية⁽²⁵⁾. و تتولد المنفعة الزمانية من مقدرة السلعة على إشباع الحاجة البشرية عن طريق النقل وقت الحاجة إليها. و على ذلك فإن زيادة هذه المنفعة يتطلب سرعة نقل البضائع و الحمولات المطلوبة، و تخفيض الفترة الزمنية التي تستغرقها عملية النقل⁽²⁶⁾.

فالفترة التقويمية للسفينة Calendar Period أو ما يعرف بميزانية الزمن time Budget إنما تنقسم إلى⁽²⁷⁾:-

- أ - زمن السفينة في التشغيل (عاملة).
- ب - زمن السفينة خارج التشغيل (متعطلة).

يتكون زمن السفينة في التشغيل بدوره من زمن الإبحار Sailing Time و زمن المكوث بالميناء Time in port. و يتجمع زمن مكوث السفينة في الموانئ من الزمن المستغرق في عمليات مناولة البضائع Handling من شحن وتفريغ، و زمن العمليات المساعدة⁽²⁸⁾، فضلاً عن زمن الانتظار Waiting و التعطل في الموانئ.

و يعد الزمن من المؤشرات الهامة الدالة على مدى كفاءة الأداء و إنتاجية تشغيل السفن، و تنفيذ العمليات الملاحية في أقل فترة زمنية ممكنة. فلكما زادت فترة تشغيل السفينة وقل زمن التعطلات كلما دل ذلك على استخدام السفينة استخداماً أمثلًا. و بيد أن المدة التي تقضيها السفينة داخل الميناء منذ وصولها و حتى مغادرتها تعتبر مقياساً لكفاءة العمل داخل الميناء، و أن سرعة دوران خدمة السفينة يتوقف على كفاءة عمال الميناء Port Labour، إلا أن الشركة المالكة أو المشغلة للسفينة قد ترغب أو تهدف إلى تحقيق أقل زمن ممكن لمكوث السفينة في الميناء في سبيل تحقيق معدلات تشغيلية أكبر و خفض التكاليف و من ثم تحقيق أمثلية تشغيلها لسفن أسطولها البحري.

يعتبر الزمن من الأبعاد الأساسية في طبيعة تركيب التكاليف، و الاستغلال الاقتصادي لعنصر الزمن يجب أن يكون موضع المقارنة بالنسبة لاستغلال نفس الفترة الزمنية في

عمليات أخرى بديلة⁽²⁹⁾، أي الاستخدام البديل لذلك الزمن الذي تمكنه السفينة داخل الميناء. ولعل أهم العوامل المؤثرة على زمن مكوث السفينة في الميناء ما يلي :-

- أ - معدلات الشحن والتفريغ والتي تتوقف على التجهيزات الفنية لأرصفة الميناء، وكفاءة العاملين فيها.
- ب - عدد الأرصفة ودرجة تكس الميناء بالسفن، الأمر الذي يؤدي إلى وجود صفوف انتظار، مما يزيد من زمن مكوث السفينة بالميناء.
- ج - الصفات التشغيلية للسفينة من حمولة وعدد فتحات العنابر، وحجم السفينة نفسها ومدى حداتها ونوعها وما إلى ذلك.
- د - الظروف الجوية.

يعتبر زمن التشغيل أحد المؤشرات الهامة لكفاءة تشغيل السفينة، حيث يعبر عن المستوى الفني لهذا التشغيل، وأن زيادة هذه القيمة تعني استخدام أمثل لحمولة السفينة وإنجاز أكبر لعمليات النقل. وعلى ذلك فإن مكوث السفينة وبقائها في الميناء لفترة أطول من الحد المعقول إنما يعني انخفاض في كفاءة تشغيل السفينة وإنجاز أقل لعمليات النقل. هذا فضلاً عن التكاليف التي تتحملها الشركة نظير ذلك التأخير. فزيادة مكوث السفينة في الميناء يرجع إلى وجود عيوب في تنظيم حركة السفن وتجهيزها في الميناء، كما يمكن إرجاعه إلى العواصف أو الأمطار أو غير ذلك من ظروف مناخية قد تعطل من عمليات الشحن والتفريغ.

تتراوح تكاليف أو رسوم الميناء Port Dues & Charges ما بين 8% - 12% من التكاليف الكلية للسفينة⁽³⁰⁾، والتي تختلف وفقاً للزمن الذي تقضيه السفينة في الميناء فضلاً عن عوامل أخرى. وتختلف الرسوم من ميناء لآخر، فهي عادة أكبر وأعلى في تلك الموانئ ذات الكفاءة العالية والتجهيزات الفنية المتقدمة. وعلى العكس نجد هذه الرسوم تنخفض في الموانئ الفقيرة بالإمكانيات والتجهيزات اللازمة. ولا يمكن لمالك السفينة أو مشغلها عمل أي شيء حيال هذه الرسوم فهي مفروضة عليه، إلا إذا تمكن من تقليل الزمن الذي تقضيه السفينة في الميناء وتقليص عدد الموانئ التي تلتزم السفينة بالمرور عليها خلال رحلتها البحرية. وبذلك تنخفض التكاليف التي تتحملها السفينة أو بالأصح الشركة الملاحية المشغلة والمالكة لها.

تتحمل الشركة التكاليف المعتادة للشحن والتفريغ، وكلما زادت فترة مكوثها في الميناء زادت تلك التكاليف خاصة إذا ما كانت الأجور المدفوعة لذلك هي نظير عدد الساعات وليس

نظير القطعة أو الوحدة المناولة. هذا فضلاً عن تكاليف الوقود Fuel Costs، ورسوم استعمال الأرصفة و شغلها Berth Occupancy والتي تحسب على أساس الزمن الذي تظل فيه السفينة شاغلة للرصيف، و رسوم إزالة النفايات، و الأهم من ذلك غرامات التأخير Demurrage.

و على ذلك فإنه يتعين على الشركة الملاحية أن تختار معيار أقل زمن لمكوث السفينة في الميناء أن تعمل على تخفيض الوقت الإجمالي الذي تقضيه السفينة في الموانئ و كذلك عدد الموانئ التي تلتزم بالمرور عليها مما يوفر عليها جزء لا يستهان به من بند تكاليف الموانئ في كل رحلة. و يتطلب تخفيض زمن مكوث السفينة بالميناء العديد من الأمور من أهمها :-

- أ- سرعة إنجاز عمليات الشحن والتفريغ عن طريق اختيار متعهدو شحن وتفريغ ذوي خبرة و كفاءة عالية.
- ب- الخبرة و كفاءة عالية.
- ج- التخصيص المناسب للأرصفة و المخازن.
- د- التحديد الأمثل لعمالة الموانئ مما يعمل على القضاء على ظاهرة انتظار السفن.
- هـ- توفير آلات شحن وتفريغ حديثة بالسفن و الميناء.

حواشي الفصل الثاني

- (1) - Mishan, E.J.: Introduction To Normative Economics, Oxford University Press, 1981, 3
- (2) - عمر، حسين : موسوعة المصطلحات الاقتصادية، دار الشروق، جدة، 1979، 36.
- (3) - المرجع نفسه، 37.
- (4) - منحني السواء هو صورة بيانية توضح تفضيلات المستهلك من التوليفات المختلفة للسلع التي يمكنه استهلاكها و التي تعطي له نفس المستوى من الإشباع، و كل منحني سواء أعلى على خريطة السواء يعطي قدر أكبر من الإشباع.
- (5) - يمكن الرجوع إلى :-
- هدي، محمد سليمان : مناهج البحث الاقتصادي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، 21-22، 1989.
- قنديل، عبد الفتاح و سليمان، سلوى : مقدمة في علم الاقتصاد، دار النهضة العربية، القاهرة، 1992، 12 .
- بخاري، عبلة عبد الحميد : محاضرات في مبادئ الاقتصاد الجزئي، مكتبة دار جدة، جدة، 29.
- (6) - Lipsey, Richard G.: An Introduction To Positive Economics, 7th Ed., Weidnfeld and Nicolson, London, 15-16.
- (7) - بخاري، عبلة عبد الحميد : المرجع نفسه، 15.
- (8) - شيانج، ألفا : الطرق الأساسية في الاقتصاد الرياضي، الجزء الأول، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995، 359-360.
- (9) - عمر، حسين : تطور الفكر الاقتصادي - قديماً و حديثاً و معاصراً، الكتاب الثاني، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994، 964.
- (10) - المرجع نفسه، 965.
- (11) - المرجع نفسه، 972.

(12) - يمكن الرجوع إلى :-

- عبد الكريم، زياد ، جبر، عاطف و أبو الحسن، عمر : بحوث العمليات ، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان، 1990، 9 - 12 .

- Gill, Philip E.; Murray, Walter and Wright, Margret H.: Practical Optimization, Academic Press, London , 1981, 1-2 .

(13) - Evans, J.J. & Marlow, P.B. : Op. Cit. , 131.

(14) - بخاري، عبلة عبد الحميد : المرجع السابق ، 15 .

(15) - لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى :-

- ماضي، محمد توفيق : البرمجة الخطية (التوزيع الأمثل للموارد المحدودة)، سلسلة الأساليب الكمية للجميع (1)، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، 1992، 7 - 15.

- متولي، مختار محمد : الأساليب الرياضية للاقتصاديين، جامعة الملك سعود، الرياض، 1993، 455 - 457.

- القاضي، زياد عبد الكريم : مرجع سابق، 17 - 21.

- العيسوي، إبراهيم : مرجع سابق، 364 - 386.

- Hillier , Fredrick S. and Lieberman , Gerald J. : Introduction To Operations Research , 5th Ed., Mc Graw-Hill , 1990 , 29 - 30 .

(16) - هدي، محمد سليمان : بحوث العمليات و تطبيقاتها في قطاع النقل البحري، مرجع سابق ، 34-39.

(17) - لمعلومات أخرى يمكن الرجوع إلى :- هاشم، إسماعيل محمد : المدخل إلى علم الاقتصاد، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1981، 426-427 .

(18) - التكاليف المعيارية هي ذلك المستوى المثالي أو المرغوب فيه من التكاليف، أو بعبارة أخرى ما يجب أن تكون عليه التكاليف.

(19) - بخاري، عبلة عبد الحميد : محددات الطلب على الواردات المنقولة بحرا إلى المملكة العربية السعودية، مرجع سابق، 43 - 45.

(20) - الربح العادي هو عبارة عن دخل عنصر التنظيم نظير المساهمة في العملية الإنتاجية. وهو الحد الذي يتساوى فيه السعر مع متوسط التكلفة و المتحقق عندما تكون: الإيرادات الكلية - التكاليف الكلية = صفر. هذا في حين تمثل أي قيمة موجبة من

طرح التكاليف من الإيرادات الربح غير العادي extra-ordinary profit (فائض الربح).

- (21) - بخاري، عبده عبد الحميد : المرجع السابق ، 38 - 42 .
- (22) - عزب، محمد عبد المجيد : " تنمية الأسطول التجاري الوطني وسياسة حمايته " النشرة الدورية ، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع25، يوليو 1989، 21-22 .
- (23) - خليل، سامي : مبادئ الاقتصاد الكلي ، الطبعة الثانية، مؤسسة المصباح و مكتبة النهضة العربية، الكويت، 1983، 299.
- (24) - هدي، محمد سليمان : دراسات الجدوى و تقييم المشروعات الاستثمارية لشركات الملاحة و الموانئ البحرية و الترسانات، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1992، 336.
- (25) - تتمثل المنفعة المكانية في القيمة الاقتصادية المضافة للسلعة المنتجة و الناجمة عن عملية نقلها من مكان إلى مكان آخر تكون فيه قيمتها أو منفعتها الاقتصادية أكبر.
- (26) - عبد المنصف، أحمد : صناعة النقل البحري، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا، الإسكندرية، 1995، 13-14 .
- (27) - هدي، محمد سليمان : اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 62.
- (28) - تشمل العمليات المساعدة على عمليات المناورة في الميناء و تركيب حواجز إضافية في العنابر واستيفاء مستندات الشحن وخلاف ذلك.
- (29) - لمزيد من الإيضاح يمكن الرجوع إلى:- بدوي، سميرة: اقتصاديات النقل البحري في العالم، دن، الإسكندرية، 1989، 589 .
- (30) - Chrzanowski, Ignacy: An Introduction to Shipping Economics , Fairplay Publications , 1985 , 80 .

الفصل الثالث

أسطول النقل البحري السعودي



الفصل الثالث

أسطول النقل البحري السعودي

أولاً - الاقتصاد السعودي و أهمية قطاع النقل البحري

لقد كان للنقل البحري دوره الواضح في تطوير الاقتصاد السعودي كما هو الحال في الكثير من دول العالم. فلم تكن سفن الأساطيل البحرية تحمل على متنها البضائع المنقولة فقط، و لكنها كانت تحمل معها طموحات بلادها و أهدافها الاقتصادية. فقد عبر مفهوم FLAG FOLLOWS TRADE بوضوح عن الفلسفة السياسية و الاقتصادية لدول مثل هولندا و بريطانيا، كما جابت سفن الشركات الملاحية لدول كالصين و كوريا و تايوان أرجاء العالم حاملة تجارتها الخارجية و محققة الكثير من الوفورات الاقتصادية لبلادها⁽¹⁾. و أضحي للنقل البحري دوراً حيوياً في اقتصاديات دول العالم المتقدمة منها و النامية، لا يضاهيه فيه أي قطاع آخر من قطاعات الاقتصاد القومي، فضلاً عن دوره المتميز في تطوير العلاقات التجارية بين دول العالم سواء عن طريق تبادل البضائع المنقولة بحراً أو عن طريق نقل الركاب المسافرين. و يعتبر وجود وسائل النقل البحري تعمل و بكفاءة عالية من الأولويات الضرورية للتقدم و التنمية الاقتصادية بالبلاد.

و إن كانت عملية النقل Transportation عموماً ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعملية التنمية الاقتصادية و الاجتماعية Economic & Social Development، فإن النقل البحري هو أكثر وسائل النقل ارتباطاً بهما، خاصة و أن ثلاثة أرباع تجارة العالم تنقل بحراً. فالنقل البحري مصدراً لا يستهان به للدخل القومي National Income، ومؤثراً فعالاً على ميزان المدفوعات Balance of Payments، فضلاً عن إسهامه في التنمية الاقتصادية من خلال الخدمات التي يقدمها و التي تعد مكملة لمختلف الأنشطة الاقتصادية الصناعية أو الزراعية أو غير ذلك. هذا إضافة إلى كون النقل البحري يؤدي دوراً ملموساً في عمليات الأمن الغذائي و التنمية الاجتماعية⁽²⁾.

تعتبر صناعة النقل البحري قاعدة مهمة، و ركيزة أساسية من ركائز الاقتصاد القومي تسهم في نمو النشاط الاقتصادي للدولة. لذا فإنه متى وجدت صناعة وطنية للنقل البحري

فإن عائداتها سوف تسهم بشكل مباشر أو غير مباشر في نمو و تنويع مصادر الدخل القومي Income Diversification ، من خلال ما تدره من عوائد الشحن. و إن كان أثر الصناعة البحرية لا يقتصر على الآثار الأولية لتدفق عوائد الشحن، أو على عوائد دخول الخدمات و الصناعات المكملية للنشاط البحري، إنما يمتد ذلك الأثر إلى تحقيق تدفقات و زيادات مضاعفة في الدخل القومي⁽³⁾. هذا إضافة إلى العوائد الرأسمالية من الاستثمار البحري و تيار الأجور و الأرباح Wages & Profits Flow الناشئ عن تشغيل الأسطول الوطني. يؤثر النقل البحري على القيمة المضافة⁽⁴⁾، و التي تؤثر هي بدورها على الأجور، و بالتالي على الفائض الاقتصادي Economic Surplus ، الذي يمكن توجيه جزء منه لتمويل الاستثمارات البحرية Maritime Investment.

يقود الاستثمار في النقل البحري إلى فتح فرصاً جديدة للعمالة في مجالات النقل البحري المختلفة، و عليه فإن دعم الأسطول التجاري الوطني سيكون من شأنه إيجاد فرصاً للعمل في مختلف مجالات النقل البحري من شحن و تفريغ، و تأمين بحري، و وكلاء و سماسرة، و ترسانات بحرية، إضافة إلى الشركات الخاصة بإصلاح و صيانة السفن، و الشركات السياحية القائمة بتنظيم الرحلات البحرية، و إدارة الأسطول الوطني و تشغيله⁽⁵⁾. و بذلك فإن للنقل البحري أهمية في تنويع العمالة و خلق فرصاً جديدة للعمل سواء في صناعة النقل البحري ذاتها، أو في الصناعات العديدة الأخرى المغذية لها، الأمر الذي يعمل على زيادة مستوى التوظيف في الاقتصاد القومي ككل.

و يعد النقل البحري و قبل أي شيء آخر نشاط إنتاجي Productive Activity يضيف قيمة اقتصادية للسلعة المنتجة، و ذلك بنقلها من أماكن إنتاجها و إلى أماكن توزيعها. هذه القيمة أو المنفعة تعرف بالمنفعة المكانية Spatial Utility، حيث تنقل السلعة من الأماكن التي تنتج فيها إلى أماكن أخرى تكون فيها منفعتها الاقتصادية أكبر و الطلب عليها أكثر. هذا إضافة إلى المنفعة الزمانية التي تضاف إلى السلعة المنقولة نتيجة عملية نقلها من مكان إلى آخر وقت الاحتياج إليها. و تؤثر عملية النقل البحري في حجم السوق و تنويع السلع المعروضة فيه، فتعمل على زيادة و اتساع الأسواق و تعدد وتنويع السلع المعروضة، الأمر الذي يؤدي بدوره إلى زيادة في تقسيم العمل الدولي و ترشيد استخدام عناصر الإنتاج مما يؤدي إلى ارتفاع إنتاجية تلك العناصر. و من جانب آخر نجد أن نجاح خطط التصنيع Industrialization Plans مرهون باتساع السوق، خاصة في الدول النامية التي يشكل فيها ضيق السوق المحلي قيداً على النمو الصناعي، الأمر الذي يؤكد أهمية تطوير الصناعة البحرية في التأثير على حجم السوق، و بالتالي على التنمية الصناعية.

و تؤكد النظريات الخاصة بالتوطن الصناعي Industrial Localization على أهمية عملية النقل و دورها في التوطن الصناعي، حيث أن وجود أو إنشاء صناعة معينة في مكان معين سوف يخلق الظروف المناسبة لجذب الصناعات الأخرى المكمل لها و المرتبطة بها. تنص قاعدة "Principle of Minimum Differentiation" على أنه: "متى أنشئت صناعة معينة في إقليم، لأي سبب من الأسباب فإنها تخلق الظروف المناسبة التي تجذب بدورها صناعات أخرى قد تكون مكمل لها أو مرتبطة بها مما يؤدي إلى نمو الإقليم و تطوره بشكل يشبه نمو الكرة الثلجية"⁽⁶⁾. ومن هذا المنطلق فإن وجود صناعة بحرية يعني ضرورة تطوير الموانئ و جعلها مراكز لنشوء صناعات أخرى مكمل للصناعة البحرية. فدعم الأسطول الوطني للنقل البحري يتطلب تطوير الموانئ و تجهيزها بأحدث التجهيزات و بالصورة الكفيلة بتقديم الخدمات المطلوبة. هذا فضلاً عن ضرورة إنشاء أو تطوير الصناعات ذات الصلة بالأنشطة البحرية، و الصناعات التي قد تنشأ بالقرب من الموانئ و التي تعتمد على الخامات المستوردة أو تلك التي تنتج سلعاً مطلوبة للتصدير. كما و تلعب تكاليف النقل دورها أيضاً في التوطن الصناعي خاصة وأنها تشكل جزء لا يستهان به من إجمالي تكاليف الإنتاج.

إن صناعة النقل البحري هي صناعة دولية بطبيعتها، و من أكثر الصناعات أهمية لخدمة التجارة الخارجية (الأجنبية) Foreign Trade، فلا تجارة بدون نقل ولا نقل بدون تجارة. فأي تغيرات في التجارة لها صداها و أثرها المباشر على الملاحة و الموانئ، و العكس أيضاً صحيح حيث أن أي تطوير في عمليات تصميم أو تشغيل السفن يؤثر على تحركات البضائع و التجارة سواء على المدى القصير أو الطويل⁽⁷⁾. كما و يسهم النقل البحري مساهمة فعالة في قيام التجارة الدولية و التي هي بدورها عنصر أساسي للتنمية الاقتصادية. و يؤكد معظم الاقتصاديون التقليديون منهم و المحدثين بأن التجارة الخارجية تستطيع أن تسهم إسهاماً ملحوظاً في تنمية الدولة، و أنها لم تعد مجرد وسيلة لتحقيق الكفاية الإنتاجية فحسب، إنما هي أيضاً آلية للنمو⁽⁸⁾، أو أداة تلقائية لنمو An Autonomous Engine of Growth. و قد ساد الاعتقاد بأن التجارة الخارجية قد ساهمت في بعث التنمية الاقتصادية لدول كثيرة كان اقتصادها في البداية يقوم مقتصرأ على الزراعة و الحرف التقليدية. هذا و إن كان هناك من يعارض هذا الرأي معتبراً التجارة الخارجية أداة استعمارية تبنتها الدول الصناعية و ذلك في سبيل خلق أسواق لمنتجاتها فيما وراء البحار، و أن آلية الأسواق العالمية تعمل في غالب الأحوال لصالح الدول الصناعية و على حساب الدول النامية⁽⁹⁾. و تجدر الإشارة هنا إلى أن المكاسب المتحصلة من النقل و التجارة و إن

كانت تدعم عملية التنمية الاقتصادية، إلا أنها لا يمكن أن تكون بديلاً للتنمية التي يجب إيجادها داخل إطار الاقتصاد المحلي، حيث أن التنمية الحقيقية Real Development هي عملية داخلية ذاتية، بمعنى أنها يجب أن تتبع من المقومات و القوى الداخلية للدولة.

و في دولة كالمملكة العربية السعودية تزداد أهمية التجارة الخارجية، فعملية التنمية الاقتصادية بالمملكة تستدعي تطوير كافة وسائل النقل بصفة عامة و النقل البحري بصفة خاصة، و النهوض بها بالصورة الملائمة و التي تجعلها قادرة على تلبية الاحتياجات المتزايدة للتجارة الخارجية. و لما كان النقل البحري هو توأم التجارة الخارجية، فإن أهميته تظهر فيها بجلاء و وضوح و بصورة أكثر منها في سواها من دول العالم. فالتجارة الخارجية تمثل حلقة الربط بين الاقتصاد القومي بقطاعاته المختلفة وبين الاقتصاد العالمي. و تزداد أهمية التجارة الخارجية في المملكة، لاعتبارها أكبر دولة مصدرة للنفط من جانب، و لكونها سوقاً واسعاً للسلع المختلفة و الخدمات من جانب آخر. و هي بذلك تحتل المركز العشرين بين دول العالم من حيث تجارتها الخارجية⁽¹⁰⁾.

و قد أدركت المملكة أن التجارة الخارجية قد أصبحت أدواتها لتحقيق الرخاء، و وسيلتها لإحراز التنمية المطلوبة، و مؤشر يقاس به مركزها الدولي، و أن النقل البحري هو أنسب وسائل النقل لخدمة هذه التجارة⁽¹¹⁾. و من هنا اكتسب قطاع النقل البحري في المملكة أهمية استراتيجية برزت مع الانطلاقة الأولى للتنمية في عام 1970 ، و تحديداً مع تضاعف أحجام التجارة الخارجية للمملكة لتلبية احتياجات التنمية الاقتصادية، حيث يشكل ما ينقل بحراً من هذه التجارة ما نسبته 90% من إجمالي الواردات، و 95% من إجمالي الصادرات⁽¹²⁾.

لعب البترول دوراً ظاهراً في تنمية المجتمع السعودي بقطاعاته المختلفة بما فيها النقل البحري، حيث أحدث اكتشاف النفط تغيرات هيكلية Structural Changes في جميع القطاعات الاقتصادية بالمملكة ناشراً أسباب الرفاه الاقتصادي من ناحية، و فرضاً أنماط استهلاكية لم تعهدها الدولة من قبل، تكيفت معها أنماط التجارة الخارجية كماً و كيفاً. و مع زيادة الدخل المتولد من إنتاج و تصدير البترول ازداد دور الحكومة السعودية في تحقيق إنجازات تنموية بارزة المعالم خلال فترة زمنية قياسية، ظهرت معالمها مع بداية انتعاج المملكة للتخطيط الشامل Overall Planning كأسلوب للتنمية⁽¹³⁾.

تبنت المملكة العربية السعودية فلسفة الاقتصاد الحر Free Economy منذ بداية عهدها بالتخطيط للتنمية، فكان أن ظهرت الخطة الخمسية الأولى للتنمية (1970-1975) في وقت كان الاقتصاد السعودي يعتمد بالدرجة الأولى على الصادرات النفطية كمصدر أساسي للدخل

القومي. أما الواردات فقد كانت نسبتها من الناتج المحلي الإجمالي منخفضة، و ذلك لتدني التطلعات الاستهلاكية والاستثمارية للدخل المنخفض. جاءت طموحات الخطة متواضعة بما يتناسب مع محدودية الموارد المتاحة و صعوبة الظروف الاقتصادية السائدة. و على الرغم من ذلك فقد شهد قطاع النقل و المواصلات تنفيذ مشروعات الطرق و المطارات و الموانئ، فاستحوذ هذا القطاع على ما نسبته 18% تقريباً من إجمالي الإنفاق المعتمد بالخطة لمختلف أوجه الإنفاق الرئيسية بالمملكة (14).

نمت الصادرات السلعية (فوب) FOB (15) في غضون سنوات الخطة الأولى للتنمية (1970-1975) بمعدل سنوي مرتفع وصل إلى 84.4%، يتضح من خلاله أهمية التجارة الخارجية للاقتصاد السعودي. ارتفعت قيمة الصادرات من 10.9 بليون ريال في عام 1970 لتصل إلى 126.2 بليون عام 1974. و في الفترة ذاتها زادت قيمة الواردات من 3.7 بليون ريال، لتصل إلى 9.2 بليون. و لعل أبرز ما طرأ على إيرادات الدولة حينذاك تمثل في زيادة العائدات من الصادرات النفطية نتيجة تعديل الأسعار عقب حرب أكتوبر 1973، ليتخذ المحاللون الاقتصاديون من تاريخ 16 أكتوبر 1973 حداً فاصلاً بين مرحلتين ما قبل الطفرة و ما بعدها من تاريخ تطور الاقتصاد السعودي (16).

أسهمت الزيادة الكبيرة للإيرادات النفطية في توفير اعتمادات مالية أكثر طموحاً، فاق فيها الدخل المتحقق جميع المصروفات الحكومية و الواردات، فأضيفت أهداف جديدة لخطة التنمية الثانية (1975-1980). و لعل أهم ما يخصنا في هذه الفترة هو إنشاء المؤسسة العامة للموانئ Port Authority، و تحقيق قطاع النقل و المواصلات لمعدل نمو مثيراً للإعجاب بلغ 21% تقريباً، فاق فيها المعدل المستهدف للنمو في الخطة و البالغ 15% (17). استمر الارتفاع في جانبي الصادرات و الواردات خلال الخطة، ليعود و يتراجع معدل النمو السنوي للصادرات، فيعطي معدلاً سالباً بلغ 9.1%. هذا في حين سجلت الواردات معدلاً موجباً للنمو بلغ 8.8% سنوياً خلال الخطة الثالثة للتنمية (1980-1985). في الوقت نفسه، حقق قطاع النقل و المواصلات معدل نمو متواضع بلغ 7.1% بالنسبة لمعدل النمو المستهدف في الخطة و البالغ 12.9% (18).

أرست الخطط الثلاثة الأولى الدعائم الأساسية للتنمية الاقتصادية في المملكة محققة إنجازات واضحة في كافة المجالات، فكان من أهم الإنجازات في قطاع النقل البحري، أن ارتفع عدد الأرصفة في موانئ المملكة الرئيسية من 11 رصيفاً في عام 1970، و إلى 168

رصيفاً في 1985. كما ارتفع حجم البضائع المناولة من 1.8 مليون طن و إلى نحو 52 مليون طن للفترة نفسها، ليتلاءم الوضع مع الزيادة المستمرة في حجم التجارة الخارجية.

و مع بداية عام 1985 بدأ تنفيذ الخطة الخمسية الرابعة، و التي كانت تهدف إلى تنويع مصادر الدخل في سبيل الحد من خطر الاعتماد على النفط الخام، و توسيع الأسواق الخارجية أمام المنتجات الوطنية، إضافة إلى فتح أسواق جديدة أمام الصادرات بعقد العديد من الاتفاقيات التجارية و الثنائية Bilateral Trade Agreements. و عليه فقد زادت كمية الصادرات من ما قيمته 99.2 بليون ريال في عام 1985، لتصل إلى 165.7 بليون في عام 1990، و إن شهدت شيء من الانخفاض في بداية الفترة ثم عاودت الارتفاع مرة أخرى. كذلك كان الحال بالنسبة للواردات، و التي انخفضت في بداية الخطة من 73.8 بليون ريال في 1985 إلى 63.2 بليون في 1986، ثم ارتفعت لتصل في نهاية الخطة إلى 80.6 بليون ريال. كما و قد شهد قطاع النقل و المواصلات انخفاضاً في معدل نموه السنوي بلغ في المتوسط (1.9%)⁽¹⁹⁾ خلال فترة الخطة الرابعة. و على الرغم من ذلك يمكن القول بأن الاقتصاد السعودي قد اتسم بطابع إيجابي في ظل الظروف المالية الحرجة التي سادت خلال تلك الفترة و الناجمة عن انخفاض العائدات النفطية.

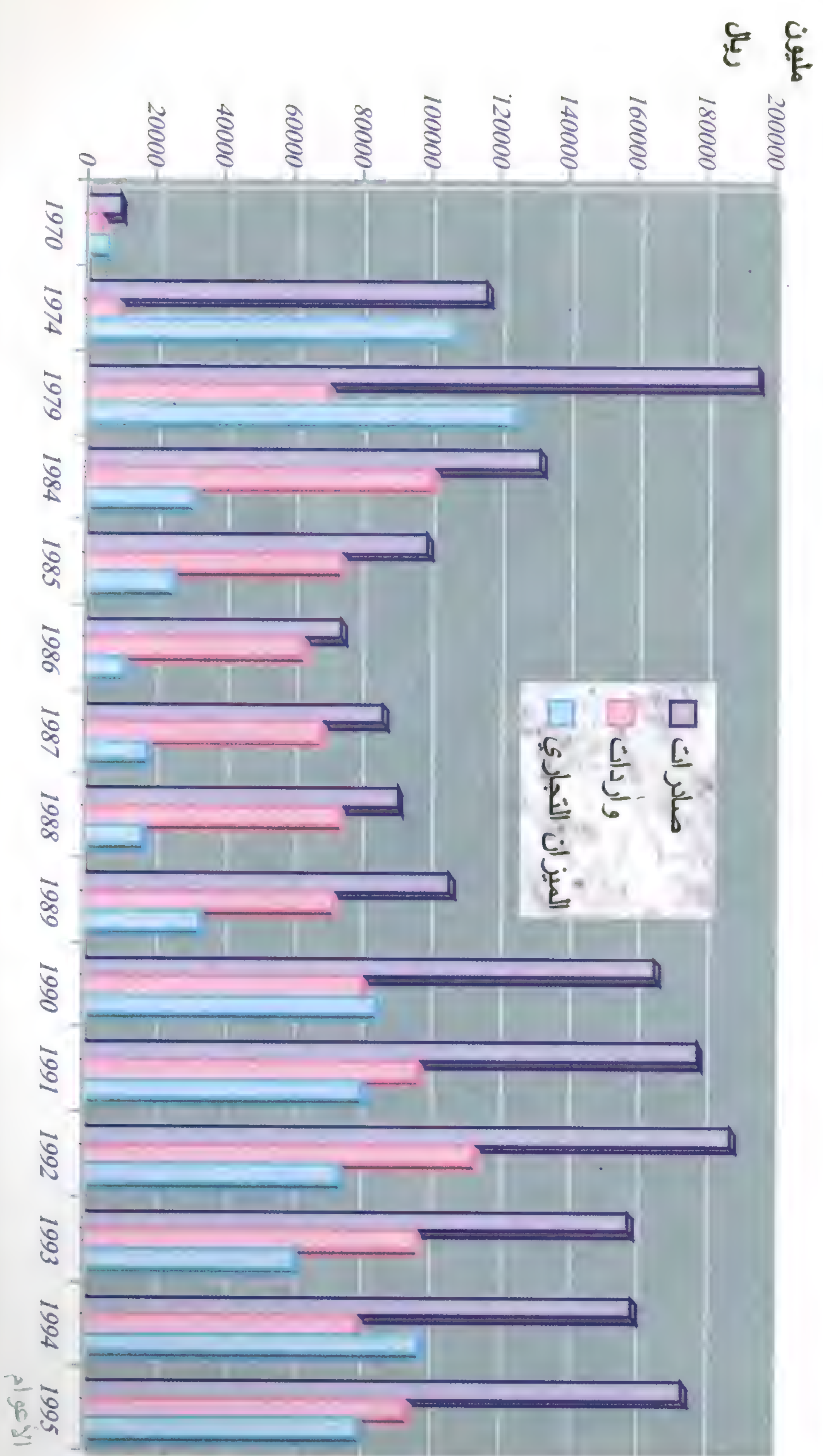
ترتب على حرب الخليج Gulf War تغيرات هامة و غير عادية ليس فقط في أوضاع التجارة الخارجية و ميزان المدفوعات بالمملكة، بل و في أوضاع الاقتصاد السعودي ككل. و لقد تم إعداد خطة التنمية الخامسة (1990 - 1995) لتمثل مرحلة انتقالية لها أهميتها في تنمية الاقتصاد الوطني، يشكل فيها تحقيق النمو الاقتصادي العام General Economic Growth هدفاً عاماً. و في بداية الخطة أدى الارتفاع الكبير في قيمة الصادرات غير النفطية إلى إحراز فائض في الميزان التجاري، قدر متوسطه السنوي خلال فترة الخطة بما قيمته 74.5 بليون ريال⁽²⁰⁾. ولكن التكاليف المرتفعة للحرب و ما صاحبها من تدفقات مالية ضخمة، كان لها تأثيرها السلبي على ميزان المدفوعات السعودي ليبلغ المتوسط السنوي لعجز الحساب الجاري خلال الفترة ذاتها (53.7) بليون ريال. و قد بلغ ذلك العجز ذروته في عام 1991، ليقدر بـ (103.5) بليون ريال، كما يتضح من بيانات الجدول اللاحق رقم (3-1)، و الشكل البياني رقم (3-2)

جدول رقم (1-3) قيم صادرات و واردات المملكة

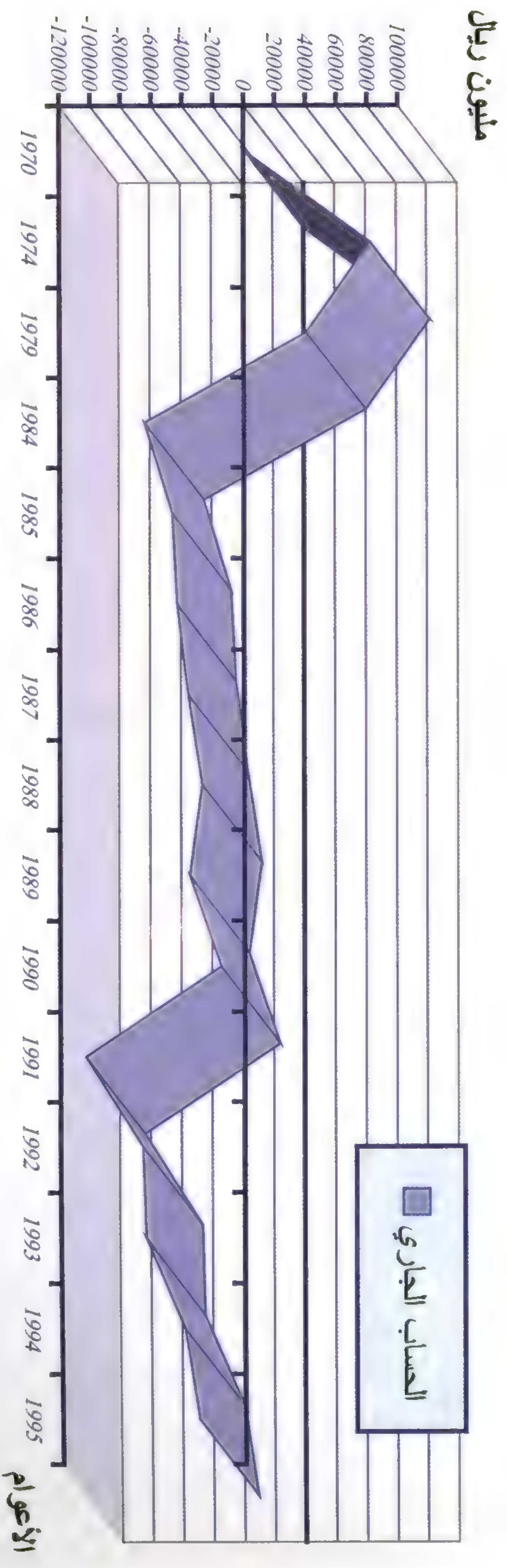
و الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1995-1970) بالمليون ريال

الأعوام Years	الصادرات (فوب) Exports (FOB)	الواردات (فوب) Imports (FOB)	الميزان التجاري Trade Balance	الحساب الجاري Current Account
1970	9,817	3,727	6,090	467.0
1974	115,967	9,226	106,741	81,990
1979	194,963	70,276	124,687	40,416
1984	131,873	100,625	31,248	(64,845)
1985	99,224	73,762	25,462	(46,855)
1986	74,529	63,196	11,333	(43,680)
1987	86,650	68,466	18,184	(36,604)
1988	91,060	74,165	16,895	(27,492)
1989	105,970	72,017	33,953	(35,776)
1990	165,705	80,609	85,096	(15,555)
1991	178,081	97,263	80,818	(103,502)
1992	187,834	113,278	74,556	(66,437)
1993	158,336	96,895	61,441	(64,668)
1994	159,162	79,837	97,325	(39,246)
1995	174,155	93,891	80,264	(30,364)

وزارة التخطيط : منجزات خطط التنمية - حقائق و أرقام (1997-1970) ، ص 255.



شكل رقم (1-3) صالجات و واردات المملكة و فائض الميزان التجاري لأعوام مختارة بالمليون ريال



شكل رقم (3-2) رصيد الحساب الجاري لأعوام مختارة خلال الفترة (1970-1995)

يلاحظ من الجدول السابق، أنه على الرغم من تقلبات التجارة الخارجية و تنذب قيمة صادرات المملكة و وارداتها صعوداً و هبوطاً كما هو الحال بالنسبة لأي دولة في العالم خاصة النفطية منها، إلا أن الميزان التجاري Trade Balance (فوب) FOB استمر في تحقيق فائضاً كان دائماً في صالح الاقتصاد السعودي Active Balance of Trade، و ذلك على مدار الخطط الخمسة للتنمية، حيث كان يقال غالباً بأن: "المملكة العربية السعودية دولة لا تعرف سوى الفائض في ميزان مدفوعاتها" (21). أما الحساب الجاري Current Account فقد سجل عجزاً مستمراً ابتداءً من عام 1984، الأمر الذي أصبح يشكل ضغطاً مستمرة على ميزان المدفوعات السعودي، و وجود مشكلة تستدعي تضافر الجهود للقضاء عليها.

كما و يتضح مدى اعتماد الاقتصاد السعودي على التجارة الخارجية من بيانات الجدول رقم (3-2)، خاصة و أن صادرات المملكة وفق إحصائيات 1995 تشكل ما نسبته 37.12 % من إجمالي الناتج المحلي، في حين تمثل الواردات 22.42 % منه، و بذلك ترتفع نسبة التجارة الخارجية إلى الناتج المحلي لتصل إلى 59.54 % و هي نسبة مرتفعة إذا ما قورنت بدول أخرى، كما يظهر من خلال الشكل (3-3). فالتجارة الخارجية بشقيها الصادرات و الواردات تشكل ما نسبته 45 % من الناتج المحلي الإجمالي في المملكة المتحدة، 40.87 % في ألمانيا، و 31.13 % في فنزويلا. بل أن هذه النسبة تنخفض لأكثر من ذلك في دول أخرى، كالولايات المتحدة (18.69%)، و سوريا (17.47%)، و اليابان (15.13%) (22).

امتدت آثار حرب الخليج و انخفاض أسعار النفط ليتم إعداد خطة التنمية السادسة (1995-2000) في ظروف مختلفة عن تلك التي سادت أثناء إعداد الخطط السابقة. كما و قد أثرت الأجواء الاقتصادية العالمية المتمثلة في عدم الاستقرار و زيادة حدة المنافسة المميزة للأسواق النفطية، فضلاً عن المنافسة الدولية على استقطاب رؤوس الأموال، و غيرها من العوامل المؤثرة على الاقتصاد السعودي وعلى عملية إعداد خطة التنمية. الأمر الذي تحتم معه التركيز على العديد من المحاور الهامة لاستراتيجية التنمية بعيدة المدى، و التي كان من أهمها أن يصبح موضوع الكفاءة الاقتصادية Economic Efficiency هو المهيمن على جميع أوجه النشاط الاقتصادي بما يحقق الاستخدام الأمثل للموارد و التحديد السليم للتكاليف و المنافع الحقيقية (23).

و مع توقع أن تشهد أسواق النفط العالمية تطورات تشير إلى اتجاه كل من أسعار النفط و الطلب عليه نحو الارتفاع، فإنه من المتوقع أن تشهد كافة القطاعات نمواً إيجابياً بما فيها قطاع النقل و المواصلات، ليصل معدل نموه السنوي في المتوسط إلى 2.9 % (24). و يرجح

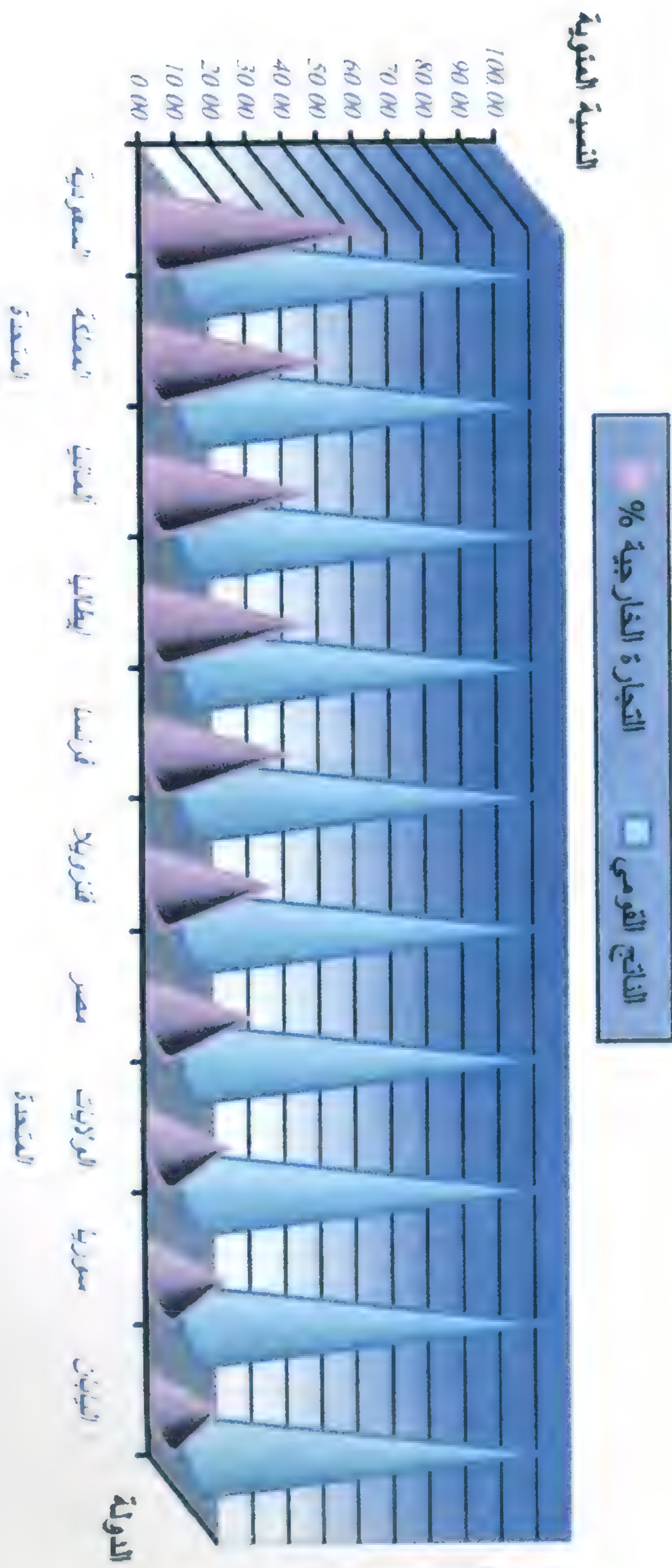
أن تزداد الفرص التصديرية للمملكة في مجال البتروكيماويات، و بالتالي تحقيق مزيداً من الاستقرار في تجارة المملكة الخارجية، و تخفيف عواقب تقلبات الأسعار النفطية. كما تجدر الإشارة هنا إلى أن قرار المملكة بالانضمام إلى الاتفاقية العامة للتجارة الدولية و التعرفة الجمركية (الجات) (G.A.T.T) General Agreement on Tariffs and Trade سيفتح آفاق جديدة للصادرات السعودية من المنتجات البتروكيماوية و يعطيها مجالاً أوسع للمنافسة الدولية.

جدول رقم (3-2) الأهمية النسبية

للتجارة الخارجية بالمملكة و بعض الدول المختارة / عام 1995

الدولة	نسبة الصادرات إلى الناتج المحلي %	نسبة الواردات إلى الناتج المحلي %	نسبة مجموع الصادرات و الواردات إلى الناتج المحلي %
المملكة العربية السعودية	37.12	22.42	59.54
المملكة المتحدة	21.90	24.00	45.00
ألمانيا	21.67	19.20	40.87
إيطاليا	21.27	18.95	40.22
فرنسا	18.58	17.18	35.76
فنزويلا	13.97	8.58	31.13
مصر	5.71	19.46	25.17
الولايات المتحدة	8.06	10.68	18.69
سوريا	8.08	9.39	17.47
اليابان	8.60	6.53	15.13

International Monetary Fund: International Financial Statistic Yearbook , 1997.



شكل رقم (3-3) الأهمية النسبية للتجارة الخارجية بالمملكة وبعض الدول المختارة / لعام 1995

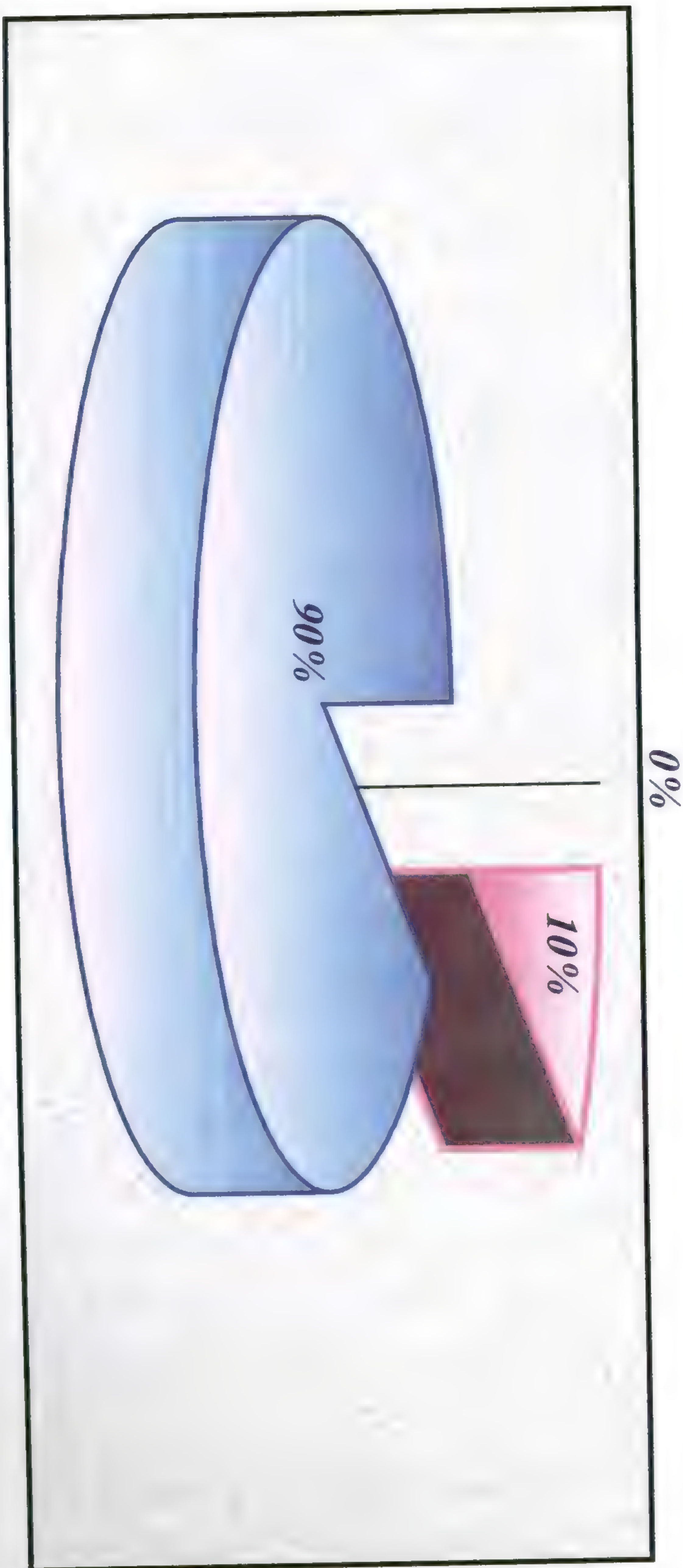
و في ضوء ما تقدم يتضح لنا أهمية النقل البحري لخدمة التجارة الخارجية، والتي هي ركيزة أساسية للتنمية الاقتصادية. و يتضح أيضاً الضغوط التي يواجهها ميزان المدفوعات السعودي نتيجة عجز الحساب الجاري فيه. الأمر الذي يستدعي العمل بجدية على تطوير قطاع النقل البحري لخدمة التجارة، وتسخيره لتحسين وضع ميزان المدفوعات و انحسار عجز الحساب الجاري. و يظهر أثر تطوير الأسطول الوطني على ميزان المدفوعات عن طريق زيادة الجانب الدائن للميزان الملاحى، و الذي يشتمل على عناصر الخدمات الملاحية Shipping Services الداخلة ضمن الحسابات غير المنظورة Invisible Accounts من ميزان المدفوعات. يمثل الجانب الدائن من الميزان الملاحى جميع الإيرادات و المتحصلات Earnings التي تعود على الأسطول البحري الوطني و الموانئ و شركات التأمين الوطنية، هذا في حين يتضمن الجانب المدين جميع المدفوعات Payments و المصروفات و التي يتقاضاها الأجانب نظير الخدمات الملاحية المقدمة⁽²⁵⁾.

جدول رقم (3-3) متوسط قيمة الشحن و التأمين

إلى قيمة الواردات (بالمليون ريال) خلال الفترة (1990 - 1995)

السنوات	قيمة الواردات (قوب)	قيمة الشحن والتأمين	قيمة الواردات (سيف)
1990	80,609	9,530	90,139
1991	97,263	11,618	108,881
1992	113,278	11,259	124,537
1993	96,895	8,721	105,616
1994	79,895	7,584	87,421
1995	93,891	11,320	105,211
إجمالي السنوات	561,773	60,032	621,805
المتوسط العام	93,628	10,005	103,634
الأهمية النسبية	%90.35	%9.65	%100

تم حساب الجدول من : وزارة التخطيط : منجزات خطط التنمية حقائق و أرقام (1970-1997) .



شكل رقم (3-4) الأهمية النسبية لتكاليف الشحن والتأمين في قيمة الواردات (سيف)

يتبين من الجدول رقم (3-3) و الشكل البياني (3-4)، أن قيمة الواردات التي استوردتها المملكة خلال الفترة (1990-1995) بلغت في مجموعها 621,8 بليون ريال، منها 60 بليون ريال دفعت كأجور شحن وتأمين، أي أن المملكة تتحمل ما يقارب 9.7% من قيمة الواردات كأجور للنقل. فإذا كان متوسط ما يدفع سنوياً لنقل الواردات يقدر بحوالي 10 بليون ريال، فإنه يتضح أن هناك عبء كبير يقع على كاهل الدولة نتيجة الاعتماد على خدمات أساطيل النقل الأجنبية، و تسرب هذه المبالغ إلى الخارج بدلاً من توجيهها لصالح اقتصاديات الدولة.

و بدون شك فإن تملك الدولة لأسطول وطني للنقل البحري يخدم و بكفاءة تجارتها الخارجية سيعمل على توفير مبالغ كبيرة من العملات الأجنبية Foreign Currency كانت ستدفعها فيما لو تم نقل تجارتها الخارجية بسفن أجنبية. و لما كانت المملكة دولة مستهلكة لخدمة النقل البحري، و تتحمل أعباء كبيرة في سبيل نقل تجارتها الخارجية بسفن أجنبية، فإنه من الأنسب لها أن تعمل على تشغيل سفن أسطولها الوطني تشغيلاً أمثلاً، و زيادة حجم الاستثمار فيه على الأقل بالقدر الذي يجعله قادراً على تغطية نسبتها المحددة وفقاً لمدونة قواعد السلوك Code of Conduct الصادرة عن الأمم المتحدة (40-40-20)، و التي تنص على أنه يحق لكل دولة التمتع بحقوق الشحن فيما يختص بنقل تجارتها الخارجية بنسب متساوية في النقل هي 40% ، و 40% للمشاركة في التبادل التجاري بين الدولتين، مع إعطاء طرف ثالث الحق في الحصول على الـ 20% الباقية.

و من خلال ما تقدم يتضح لنا الأهمية الاستراتيجية لقطاع النقل البحري و مدى ضرورة تطوير الأسطول الوطني في المملكة العربية السعودية، و ضمان حمايته و اتخاذ الإجراءات الكفيلة بدعمه وتطويره تحقيقاً لصالح الاقتصاد القومي و الرفاهية الاقتصادية والاجتماعية. فليس من الخطأ الاعتماد على خدمات النقل المقدمة من الشركات الأجنبية، إنما الخطأ يكمن في استمرار الاعتماد و ترك السيطرة الأجنبية كاملة على خدمة تجارتنا الخارجية، سواء من وجهة النظر الاقتصادية أو الأمنية للدولة، في غياب ملكية الدولة لأسطول وطني قادر على خدمة تجارتها الخارجية دون احتمالات التعرض لمخاطر أي ظروف سياسية أو اقتصادية. و يقول د. محمد عبد ناجي في هذا الصدد: "ليس لنا حقاً في أن نتصور تدفق لتجارتنا الخارجية عموماً دون قطاع نقل بحري، و على ذلك فليس لنا أن تمضي تجارتنا بتدفق يسير ما لم ينهض قطاع النقل البحري الوطني بمهمة لأداء دوره" (26).

ثانياً - الأسطول البحري السعودي

في ضوء الأهمية البالغة التي يحتلها النقل البحري في دفع عجلة التنمية الاقتصادية، أو من خلال دوره في خدمة التجارة الخارجية السعودية رغبت الحكومة السعودية في إيجاد آلية خاصة بشئون النقل، فكان أن صدر المرسوم الملكي رقم (149) في 1396/8/28هـ ليعلن ميلاد وكالة وزارة المواصلات لشئون النقل. تتولى وكالة وزارة المواصلات الإشراف على جميع وسائل النقل فيما عدا النقل الجوي. وقد شهد قطاع النقل البحري ازدهاراً كبيراً خلال الثلاثة عقود الأخيرة، و عاصر مراحل عديدة من التطور على جميع المستويات تمشياً مع النهضة الاقتصادية التي شهدتها البلاد، و تمشياً أيضاً مع تطلعات التوسع والتطوير للموانئ و الأسطول البحري و الشركات و المؤسسات الملاحية. فقد تعهدت وزارة المواصلات بالإشراف على قطاع النقل البحري و تنظيمه، و منح تراخيص مزاولة النشاط للشركات الملاحية و وكالات السفر. فضلاً عن اتخاذ الإجراءات اللازمة للتحقق من استيفاء شروط السلامة بوسائل النقل، و تدقيق وثائقها، و إثبات ملكيتها و التصرفات التي ترد عليها، و ما يتقرر لها من حقوق، و تنظيم رفع العلم السعودي عليها.

أثمر الاهتمام المتزايد بالنقل البحري عن زيادة مطردة في حجم البضائع المناولة من مفرغة ومحطة بموانئ المملكة. و استلزمت هذه الزيادة عملاً دؤوباً لتطوير الأسطول البحري الوطني و تحقيق كفاءة تشغيله، و إدخال سفن الحاويات الحديثة و ناقلات البتروكيماويات المصممة وفق أحدث التقنيات العالمية لتساهم في نقل التجارة البحرية من ناحية، و لتواكب التغيرات الهيكلية في النقل البحري من ناحية أخرى. فمتطلبات الوضع التنافسي تجعل الموانئ و قطاع النقل البحري بصفة عامة مضطرة لمواءمة تلك التغيرات. هذا إضافة إلى سعي الحكومة السعودية إلى دعم الشركات المالكة و المشغلة للأسطول الوطني و المقدمة لخدماته.

و من هذا المنطلق، نجد وزارة المواصلات تعيد النظر في هيكلية قطاع النقل البحري السعودي، و ذلك من خلال تبني سياسات من شأنها المساهمة و النهوض بهذا القطاع، من أهمها (27) :-

- إيجاد آلية للتنسيق بين مختلف الجهات المعنية بصناعة النقل البحري السعودي لتوحيد الجهود و إزالة المعوقات التي تواجه هذه الصناعة بمختلف أنشطتها.
- رفع مستوى مساهمة القطاع الخاص في تشغيل و تنمية قطاع النقل البحري.

- إعطاء اهتمام أكبر للتدريب البحري و تطوير أساليبه بما يتفق و التطورات الحديثة في هذا المجال.

- رفع كفاءة الإدارة و التشغيل في الشركات الملاحية الوطنية.

و قبل كل ذلك كان الاهتمام بإنشاء و تطوير الموانئ التي تؤدي دورها في خدمة السفن و البضائع المنقولة ليس فقط محلياً إنما إقليمياً و عالمياً. إن مجرد إنشاء أسطول وطني و تطويره ليس كافياً في حد ذاته، إنما يجب أن تتكامل كافة خدمات صناعة النقل البحري في إطار سلسلة واحدة تعمل على تسيير عملية النقل و بكفاءة. و على ذلك كان من الضروري عند العمل على دعم صناعة النقل البحري، و تطوير أداء الأسطول السعودي و تحقيق أمثلية تشغيله أن تتضافر كافة الأنشطة ذات العلاقة بهذه الصناعة، وتعمل بجانب بعضها البعض في سلسلة النقل البحري. و من المهم جداً أن تكون الموانئ و تجهيزاتها مواكبة للتطورات الحديثة و الهائلة في الصناعة البحرية و المستلزمة للتطور المقابل في وظائف الموانئ، لتتحول هذه الموانئ من موانئ إقليمية Regional Ports إلى موانئ محورية Hub Ports في ظل الثورة التكنولوجية السائدة و الاتجاه المكثف نحو التحوية Containerization و ما تبعه من ظهور النقل متعدد الوسائط.

و قد كان سعي الدولة الدؤوب للنهوض بأسطولها الوطني مقروناً بمنح الموانئ أهمية كبرى باعتبارها مظهراً حضارياً، و واجهة لكل قادم إلى أرض البلاد، و نقطة عبور صادرات المملكة و وارداتها، و اعتباراً لكون كفاءة تشغيل الموانئ و إنتاجيتها ترتبط ارتباطاً وثيقاً بدرجة كفاءة تشغيل الأسطول الوطني. كان الاهتمام أيضاً بخصخصة أنشطة الموانئ كأساس لتطوير و تنمية القدرة التشغيلية للموانئ، و ذلك في إطار إشراف عام من الدولة. كما تم ربط الموانئ بشبكة حديثة من الطرق لتساهم في سهولة و سرعة نقل السلع و البضائع من مختلف دول العالم إلى المملكة و العكس. فالموانئ المتطورة تعد مصدراً أساسياً في عائدات الدولة، حيث يصل العائد من الأنشطة المصاحبة لأعمال الميناء أضعاف ما تحققه الخدمات التقليدية لموانئ مثل: هامبورج، هونج كونج، روتردام و جبل علي، لتصل نسبة عوائد الأنشطة المساندة إلى 1/20 من عوائد الخدمات التقليدية للميناء (28).

جاء تطور البترول في المنطقة الشرقية ليبرر ضرورة إنشاء الموانئ الخاصة بتصديره لنقله عبر تلك الموانئ حاملاً الطاقة إلى شرايين الصناعة في الدول النامية و المتقدمة على حد سواء (29). كان ميناء رأس تنورة أول ميناء ينشأ لغرض تصدير البترول تلاه مينائي الخفجي و سعود في المنطقة المحايدة بين المملكة و الكويت. بعد ذلك بدء

بتطوير الموانئ القديمة ذات العراقة التاريخية و الأهمية الاستراتيجية، فأصبح هناك ثمانية موانئ رئيسية، إضافة إلى خمسة عشر ميناء فرعي. و الموانئ الرئيسية بالمملكة منها ستة موانئ تجارية و ميناءان صناعيان، هذه الموانئ هي:-

- 1- ميناء جدة الإسلامي JEDDAH ISLSMIC PORT
- 2- ميناء الملك عبد العزيز بالدمام KING ABDULAZIZ PORT, DAMAM
- 3- ميناء الجبيل التجاري JUBAIL COMERCIAL PORT
- 4- ميناء ينبع التجاري YANBU COMERCIAL PORT
- 5- ميناء جازان GAZAN PORT
- 6- ميناء ضبا DIBA PORT
- 7- ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل KING FAHD INDUSTRIAL PORT, JUBAIL
- 8- ميناء الملك فهد الصناعي بينبع KING FAHD INDUSTRIAL PORT, YANBU

و في يونيو 1977 تم دمج الموانئ الرئيسية تحت الرئاسة الموحدة للمؤسسة العامة للموانئ، ليناط بها مسئولية تشغيل الموانئ و تحديثها و الإشراف على سياستها، لتحقيق الديناميكية في التشغيل لمعظم برامج التنفيذ الإداري و التشغيل بصورة لم تحقق مثلها أي هيئة بحرية أخرى في مجال الملاحة العربية في العالم⁽³⁰⁾. انعكس الاهتمام بالموانئ بوضوح على عدد الأرصفة في الموانئ السعودية، فارتفع من 27 رصيفاً في عام 1975 و إلى 75 رصيفاً في 1978، ليصل في عام 1988 إلى 174 رصيفاً، لتشكل حوالي 30% من إجمالي أرصفة موانئ الخليج العربي و البحر الأحمر و البالغة 579 رصيفاً⁽³¹⁾. و مع الاستمرار في التوسع والإنجازات في سبيل تشجيع صناعة النقل البحري والنهوض بها، و استغلال طاقات الموانئ استغلالاً أمثلاً. وصل عدد الأرصفة بالموانئ السعودية إلى 183 رصيفاً في عام 1996، منها 173 رصيفاً بالموانئ التجارية، 46 رصيفاً بالموانئ الصناعية. و تشكل أرصفة الموانئ السعودية بذلك أكبر شبكة موانئ في منطقة الشرق الأوسط. يوضح الجدول السابق رقم (3-4) ذلك التطور الذي شهدته الموانئ السعودية من حيث زيادة عدد الأرصفة، و الارتفاع الملحوظ في طاقة تلك الموانئ. و يمثل الشكل البياني (3-5) زيادة الأرصفة المتاحة بالموانئ السعودية، بينما يمثل الشكل (3-6) طاقة الموانئ لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997).

انعكس التطور الملحوظ الذي شهدته الموانئ السعودية أيضاً في صورة زيادة واضحة سواء من حيث حجم البضائع أو عدد السفن الواصلة إلى تلك الموانئ . فقد ارتفعت

الواردات المنقولة بحراً إلى المملكة العربية السعودية من 20.76 مليون طن تقريباً عام 1990 لتصل إلى 28.10 مليون طن في 1997. كما و حظيت الصادرات السعودية المنقولة عبر موانئ المملكة بزيادة ملحوظة، فقد سجلت الصادرات ما مقداره 47.36 مليون تقريباً في 1990، لتصل إلى ما يقارب 60.68 مليون في 1997. و على ذلك نقول بأن حجم البضائع التي تمت مناولتها في موانئ المملكة الرئيسية ارتفع في عام 1997 بنسبة 30.28% تقريباً⁽³²⁾.

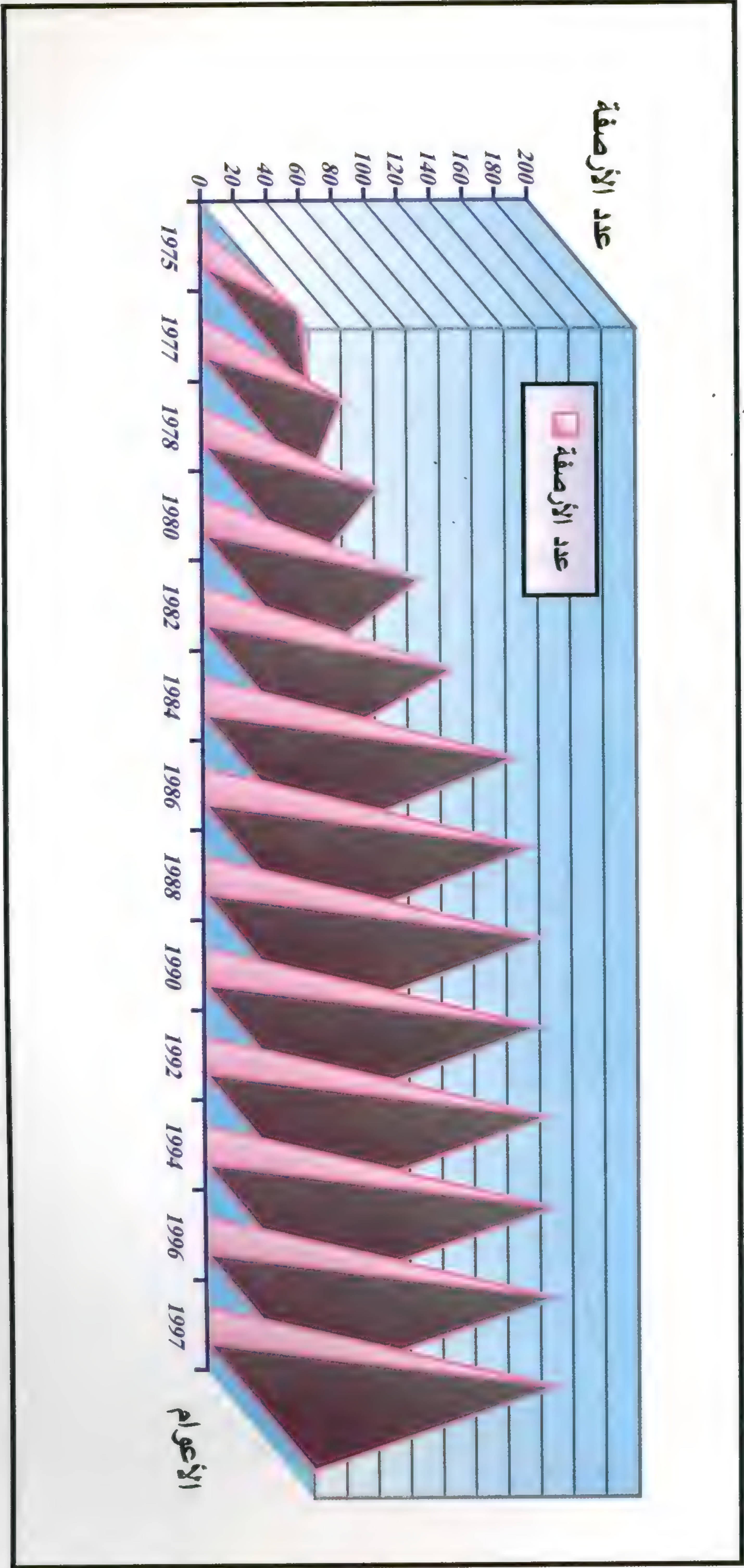
جدول رقم (3-4) عدد الأرصفة

و طاقة الموانئ الرئيسية بالمملكة لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)

الأعوام	عدد الأرصفة	طاقة الموانئ (ألف طن)
1975	27	6102
1977	53	17850
1978	75	21530
1980	101	37800
1982	121	46700
1984	159	48800
1986	168	52000
1988	174	245000
1990	174	245000
1992	179	251000
1994	182	252200
1996	183	252200
1997	183	252200

وزارة التخطيط : - منجزات خطط التنمية - حقائق و أرقام (1390 - 1402) .

- منجزات خطط التنمية - حقائق و أرقام (1970-1997) .



شكل رقم (3-5) عدد أرصفة الموانئ السعودية لأعوام مختارة خلال الفترة (1975-1997)

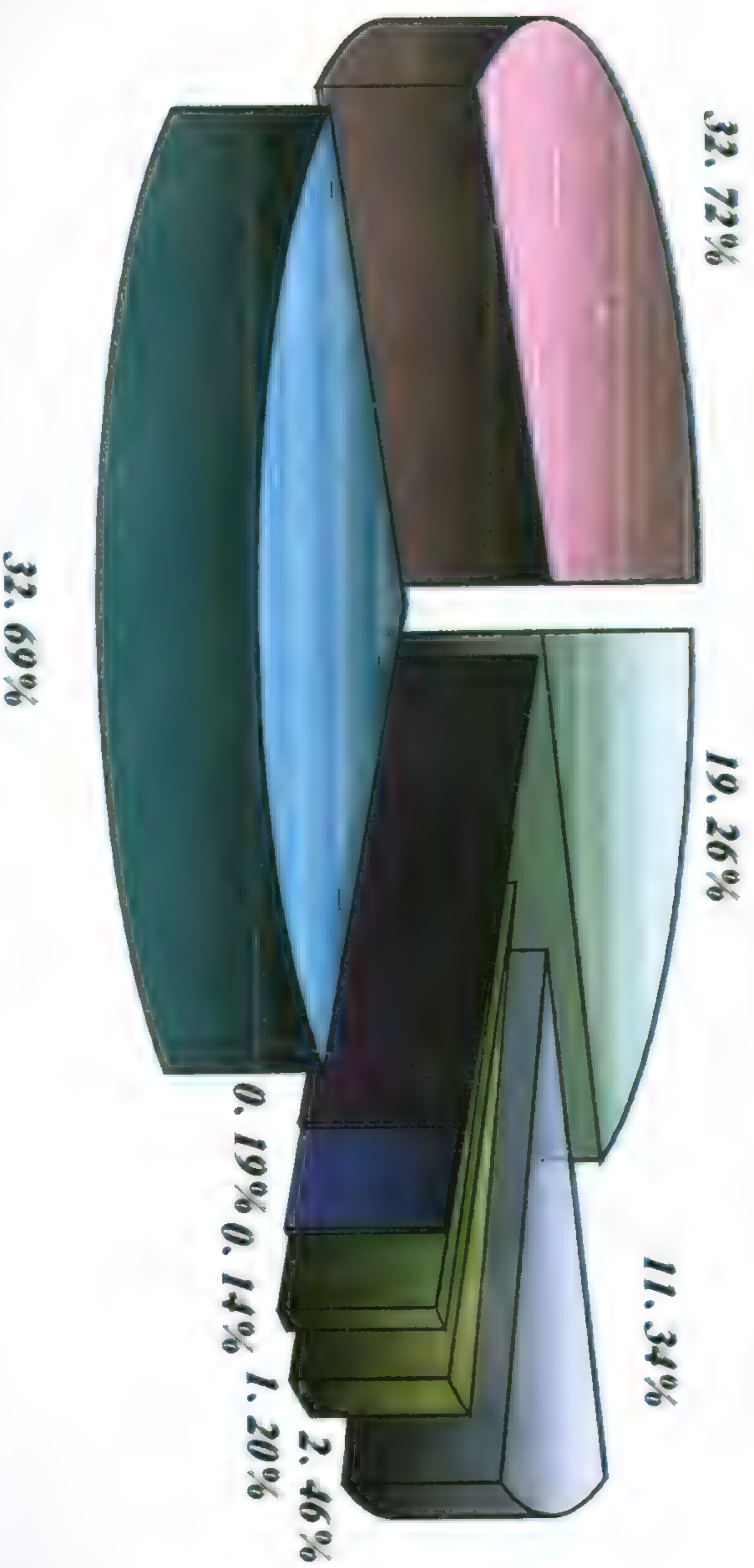


شكل رقم (3-6) تطور طاقة الموائى السعوية لأعوام مختلفة خلال الفترة (1975-1997)

و كما يلاحظ من بيانات الجدول رقم (3-5) و الشكل البياني (3-7)، أن الموانئ الصناعية تستأثر بالنصيب الأكبر من نسبة البضائع المناولة، حيث يتم من خلالها مناولة 65.4% من إجمالي البضائع المناولة في الموانئ الرئيسية بالمملكة، الأمر الذي يؤكد أهمية الموانئ الصناعية في خدمة التجارة الخارجية للمملكة خاصة في مجال التصدير. فمينائي الملك فهد بالجبيل و ينبع ينقلا وحدهما حوالي 89% من إجمالي الصادرات المنقولة بحراً من المملكة. أما في مجال الواردات، فإن ميناء جدة الإسلامي يتصدر قائمة الموانئ السعودية سواء من حيث حجم البضائع المفرغة، أو عدد السفن الواصلة. تصل مساهمة ميناء جدة الإسلامي إلى 58.85% من إجمالي البضائع المستوردة أو المفرغة بالموانئ التجارية، 49.99% من إجمالي المفرغ بالموانئ التجارية و الصناعية. يأتي ميناء الملك عبد العزيز بالدمام في المرتبة الثانية فيما يخص البضائع المفرغة، يليه ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل.

جدول رقم (3-5) البضائع المفرغة و المحملة
لعام 1997 بالطن الساكن في الموانئ الرئيسية بالمملكة

الموانئ	البضائع المفرغة	البضائع المحملة	إجمالي البضائع المناولة
ميناء جدة الإسلامي	14,049,149	3,052,629	17,101,778
ميناء الملك عبد العزيز بالدمام	7,296,058	2,773,353	10,069,411
ميناء الجبيل التجاري	1,341,083	840,483	2,181,566
ميناء ينبع التجاري	1,055,750	10,977	1,066,727
ميناء جازان	160,798	10,185	170,983
ميناء ضبا	79,987	42,456	122,443
إجمالي الموانئ التجارية	23,982,825	6,730,083	30,712,908
ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل	3,493,624	25,527,012	29,020,636
ميناء الملك فهد الصناعي بينبع	624,690	28,427,672	29,052,362
إجمالي الموانئ الصناعية	4,118,314	53,954,684	58,072,998
المجموع	28,101,139	60,684,767	88,785,906

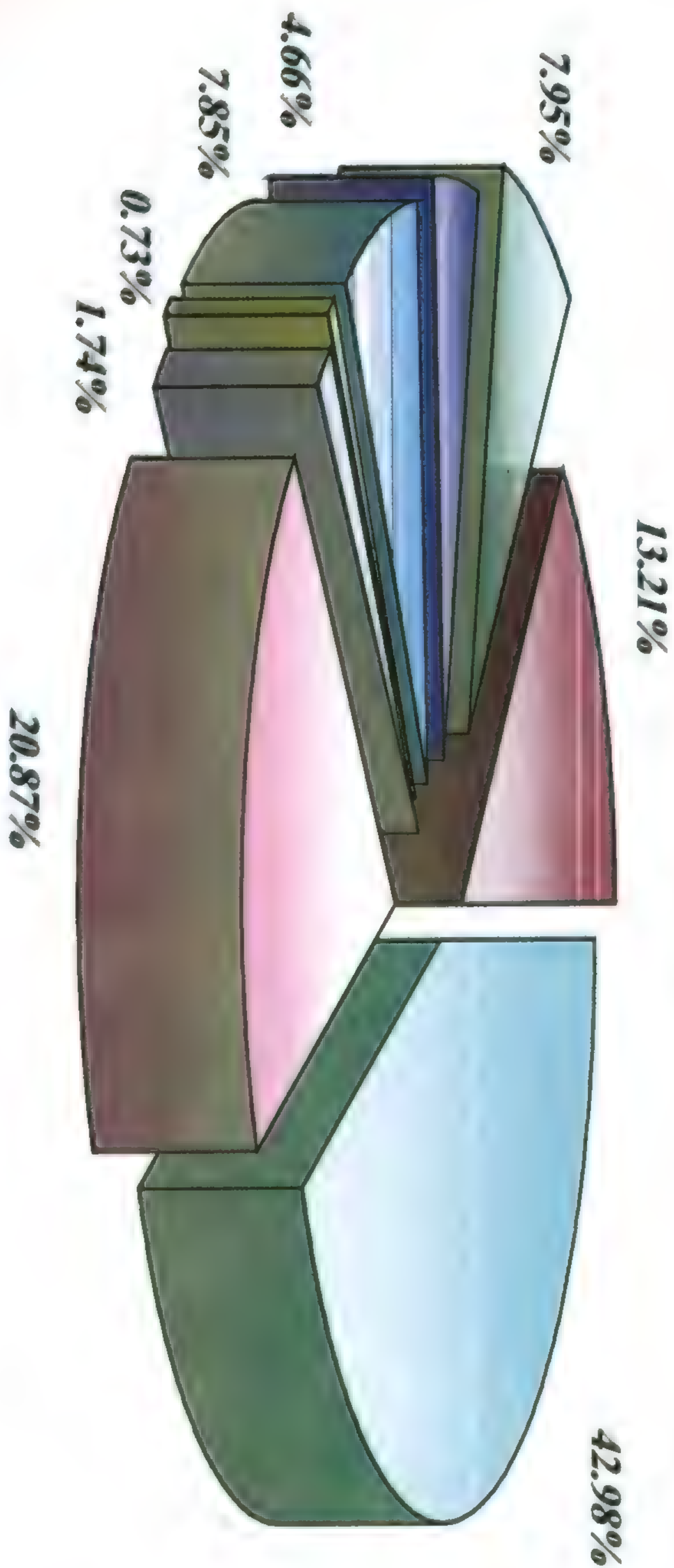


شكل رقم (3-7) نسبة القطاع المعرّضة نحو القطاع المملوكة الرئيسية

ازداد عدد السفن الواصلة إلى الموانئ السعودية محملة/مفرغة من 6351 سفينة في عام 1990، لتصل إلى 10719 سفينة في 1997. و يتضح لنا من بيانات الجدول (3-6) و الشكل (3-8) أن عدد السفن الواصلة إلى ميناء جدة الإسلامي بلغت ما نسبته 42.12 % من إجمالي عدد السفن الواصلة إلى الموانئ الرئيسية، و هو بذلك يستأثر بالنصيب الأكبر من حيث عدد السفن، يليه ميناء الملك عبد العزيز بالدمام (20.45 %)، ثم ميناء الملك فهد الصناعي ببنبع (12.95 %). و يتضح أيضاً أن الموانئ التجارية تحظى بما نسبته 77.26 % من إجمالي عدد السفن الواصلة إلى موانئ المملكة الرئيسية، في حين يمثل عدد السفن الواصلة إلى الموانئ الصناعية 22.74 % منها.

جدول رقم (3-6) عدد السفن الواصلة
إلى موانئ المملكة (مفرغة / محملة) خلال عام 1997

الموانئ	عدد السفن المفرغة	عدد السفن المحملة	إجمالي عدد السفن	النسبة المئوية %
ميناء جدة الإسلامي	4314	201	4515	42.12
ميناء الملك عبد العزيز بالدمام	2079	113	2192	20.45
ميناء الجبيل التجاري	129	54	183	1.71
ميناء ينبع التجاري	71	6	77	0.72
ميناء جازان	780	44	824	7.69
ميناء ضبا	490	-	490	4.57
<u>إجمالي الموانئ التجارية</u>	<u>7863</u>	<u>418</u>	<u>8281</u>	<u>77.26</u>
ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل	72	978	1050	9.79
ميناء الملك فهد التجاري ببنبع	132	1256	1388	2.95
<u>إجمالي الموانئ الصناعية</u>	<u>204</u>	<u>2234</u>	<u>2438</u>	<u>22.74</u>
الإجمالي	8067	2652	10719	%100



- ☐ ميناء جدة الإسلامي
- ☐ ميناء الملك عبد العزيز بالدمام
- ☐ ميناء الجبيل التجاري
- ☐ ميناء ينبع التجاري
- ☐ ميناء جازان
- ☐ ميناء ضبا
- ☐ ميناء الملك فهد الصناعي بالجبيل
- ☐ ميناء الملك فهد الصناعي ينبع

شكل (3-8) عدد السفن الواصلة لمرافئ المملكة الرئيسية محملة / مفرغة

أعطت المملكة اهتماماً خاصاً لصناعة النقل البحري من خلال الجهود المتواصلة في إعطاء أولويات لمشاريع النقل البحري، و تخصيص الأموال اللازمة لتطوير الموانئ و وسائل الشحن و التفريغ، و تكوين الإطارات الكفؤة القادرة على استيعاب التقنية الحديثة. هذا فضلاً عن تأسيسها للشركة السعودية الوطنية للنقل البحري The National Shipping Company of Saudi Arabia (NSCSA)، و المساهمة في تأسيس عدد من الشركات الملاحية على المستوى الإقليمي و العربي، اقتناعاً بأهمية المشاركة إقليمياً و عربياً لمواجهة التكتلات الأجنبية المنافسة في النقل البحري.

استطاعت الشركات الملاحية الوطنية إثبات وجودها نسبياً في السوق الملاحية، رغم تنامي مساهمتها في خدمة تجارة الدولة الخارجية. بلغ عدد الشركات و المنشآت العاملة في القطاع البحري 133 منشأة، منها 55 شركة ملاحية، و 69 شركة وكالات بحرية، و 9 منشآت للفحص و المعاينة. و تقوم الشركات الملاحية بتشغيل 392 وحدة بحرية، تمتلك منها 308 وحدة، و الوحدات الباقية مستأجرة. هذا و تستأثر خمس من كبرى الشركات الملاحية السعودية بنسبة 50.26% من إجمالي عدد السفن المشغلة، بينما تقوم الخمسين شركة الباقية بتشغيل 49.74% منها.

و يتضح من الشكل البياني اللاحق رقم (3-9) و الجدول (3-7)، أن شركة "أرامكو" ARAMCO تتصدر قائمة الشركات الملاحية بالمملكة حيث تقوم الشركة بتشغيل 117 سفينة، تشكل بها حوالي 29.8% من إجمالي عدد السفن. أما شركة "فيلا" السعودية VELA فتعتبر مالكة لأكبر أسطول ناقلات في العالم يقدر بحوالي 7.5 مليون طن وزني، و تمتلك 40 ناقلة أي ما نسبته 10.2% من إجمالي السفن التي تقوم الشركات الوطنية بتشغيلها. يليهما بنسب متقاربة الشركة الوطنية لنقل البتروكيماويات NCC (3.6%)، ثم كلاً من الشركة الوطنية السعودية للنقل البحري NSCSA، و شركة البكري للملاحة المحدودة BAKRI (3.3%). أما فيما يخص دولة العلم، فإن عدد السفن الرافعة للعلم السعودي يبلغ 253 سفينة، تشكل 64.5% من إجمالي عدد السفن المملوكة للشركات السعودية، بينما ترفع السفن الباقية (35.5%) أعلام لدول أجنبية -غالباً من أعلام دول التسجيل المفتوح- ليستأثر العلم البنمي بنسبة 13.5% من إجمالي عدد السفن، يليه علم النرويج بنسبة 3.3% (33).

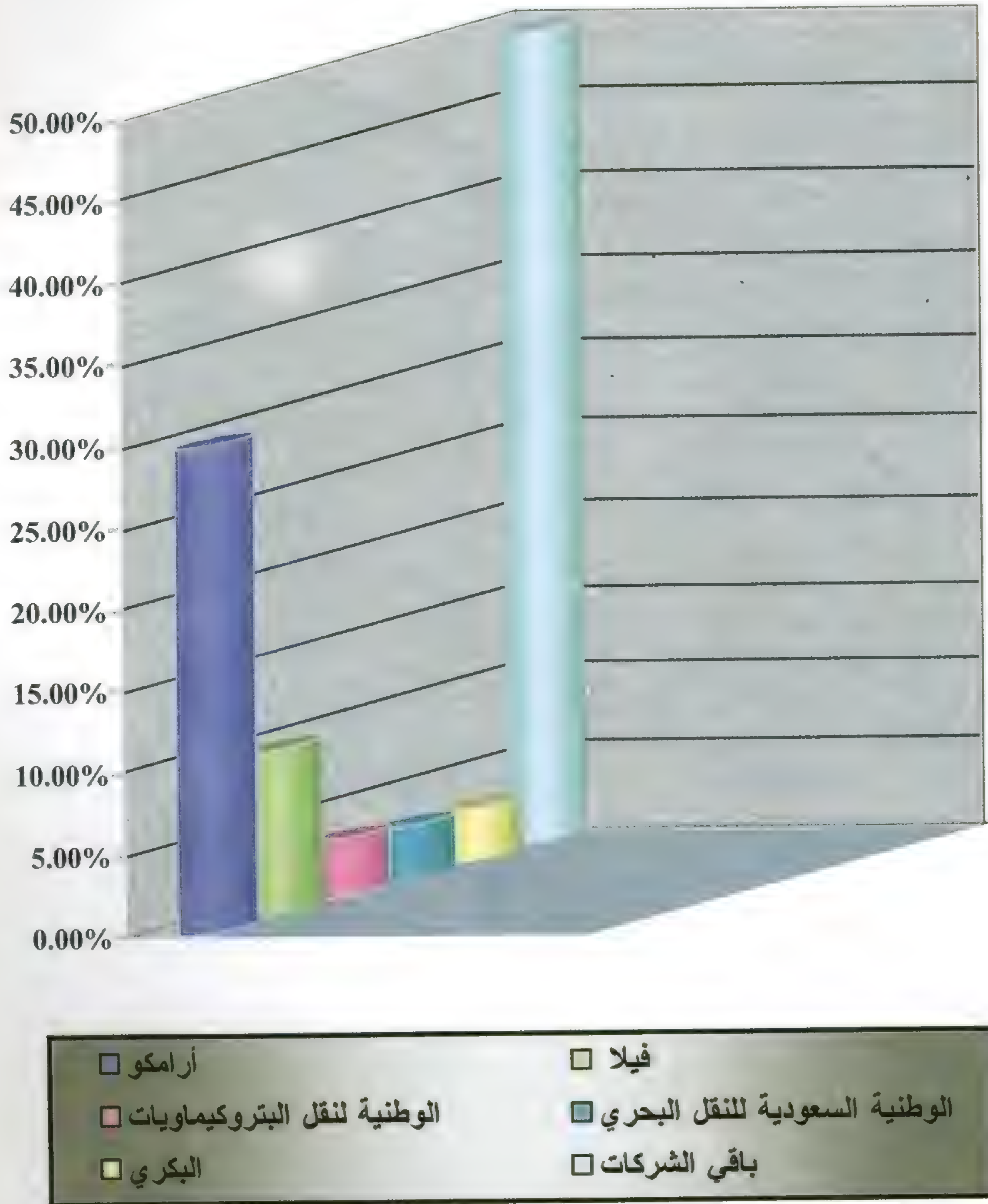
و يبين الجدول رقم (3-8) أعداد و نوعية السفن التي تقوم شركات الملاحة الوطنية بتشغيلها سواء الحاملة للعلم السعودي أو الأجنبي. فيما يخص السفن الرافعة للعلم السعودي، و إن دلت الإحصائيات السابقة على أن عددها يبلغ 253 وحدة بحرية، إلا أن إحصائيات

وزارة المواصلات السعودية تصرح بأنه يبلغ 249 سفينة أي بفارق 4 سفن. أما إحصائيات دليل الملاحة العربية Arab Shipping Guide فتعطي رقماً أقل بكثير، حيث توضح بأن عدد سفن الأسطول السعودي تبلغ 72 سفينة، كما و تقدم هيئة "اللويذز" إحصائيات مخالفة. و قد يرجع السبب في تلك الاختلافات الواضحة إلى اختلاف طرق تصنيف السفن، و تعدد مصادر المعلومات و غياب التنسيق بين الجهات المختلفة فيما يتعلق بطرق التصنيف. فـ دليل الملاحة العربية لا يدخل سفن الصيد و الوحدات البحرية الصغيرة و سفن الفزهة و السياحة في الاعتبار، بل و حتى سفن الخدمات، مقتصرأً هيكل الأسطول البحري على تلك السفن المخصصة للأغراض التجارية. هذا بينما نجد أن هيئة "اللويذز" تستبعد سفن الصيد و الوحدات البحرية الصغيرة، و تبقى على السفن الكبيرة لصيد الأسماك و وحدات الخدمات البحرية المختلفة. أما بالنسبة لإحصاءات وزارة المواصلات فنجدها تدخل جميع تلك الوحدات في حساباتها للسفن، و تعتبرها ضمن الوحدات البحرية المشكلة للأسطول السعودي.

جدول رقم (3-7) نصيب كبرى شركات الملاحة الوطنية من إجمالي عدد السفن

اسم الشركة	عدد السفن	النسبة المئوية %
شركة أرامكو ARAMCO	117	29.8
شركة فيلا البحرية العالمية VELA	40	10.2
الشركة الوطنية لنقل البتروكيماويات NCC	14	3.6
الشركة الوطنية السعودية للنقل البحري NSCSA	13	3.3
شركة البكري للملاحة المحدودة BAKRI	13	3.3
مجموع الخمس شركات	197	50.3 %
باقي الشركات السعودية	195	49.7 %
الإجمالي	392	100 %

- الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب : مختصر دراسة وضع استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات و شركات قطاع النقل البحري ، 1999.



شكل رقم (9-3) نصيب كبرى شركات الملاحة الوطنية من إجمالي عدد السفن

جدول رقم (3-8) عدد ونوعيات سفن شركات الملاحة السعودية لعام 1999

نوع السفن	العدد	النسبة المئوية %
ناقلات بترول خام	31	7.91
ناقلات بترول مكرر	20	5.10
ناقلات بتروكيماويات	25	6.38
سفن تنقيب / بترول	7	1.79
سفن ركاب	22	5.61
بضائع عامة	5	1.28
روسو / و حاويات	12	3.06
ثلاجات	2	0.51
تموين وقود	13	3.32
تموين مياه	2	0.51
خدمات	104	26.53
مواشي حية	13	3.32
حفارات / كراكات	5	1.28
قاطرات	60	15.31
تموين أغذية	15	3.83
وحدات غوص ترفيهي وسياحة بحرية	15	3.83
صيد أسماك كبيرة	34	8.67
قوارب إنقاذ بحري	4	1.00
لنشات	2	0.51
منصة استقبال المواد السائبة الصلبة	1	0.25
إجمالي السفن	392	%100

- الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب : المرجع السابق .

و لتحليل هيكل الأسطول السعودي من حيث نوعيات السفن، يتعين فصل السفن المخصصة لغرض خدمة التجارة الخارجية عن الوحدات الأخرى من سفن الخدمات و الصيد و النزهة. و يمثل الجدول (3-9) هيكل الأسطول السعودي بجميع وحداته ليكون 249 وحدة بحرية، تشكل فيها سفن النزهة النسبة الأكبر من إجمالي عدد السفن، يليها سفن القاطرات، ثم سفن الصيد. أما إذا ما قصرنا سفن الأسطول على تلك السفن القائمة على خدمة التجارة الخارجية، كما في الجدول رقم (3-10)، فإن ناقلات البترول و منتجاته

تستحوذ على النصيب الأكبر سواء من حيث عدد السفن (41.55%)، أو من حيث الحمولة (33.95%). فمن حيث عدد السفن، تأتي سفن البضائع العامة في المرتبة الثانية بنسبة 27.27%، تليها سفن الركاب و سفن الرورو و ذلك بنسبة 10.4% لكل منهما. أما من حيث حمولة السفن، فتحل سفن الرورو المركز الثاني لسفن الأسطول السعودي، لتشكل 23.63% من إجمالي الحمولة، يتبعها سفن البضائع العامة بنسبة 18%، فسفن الحاويات بنسبة 12%.

جدول رقم (3-9) هيكل الأسطول البحري السعودي في عام 1999

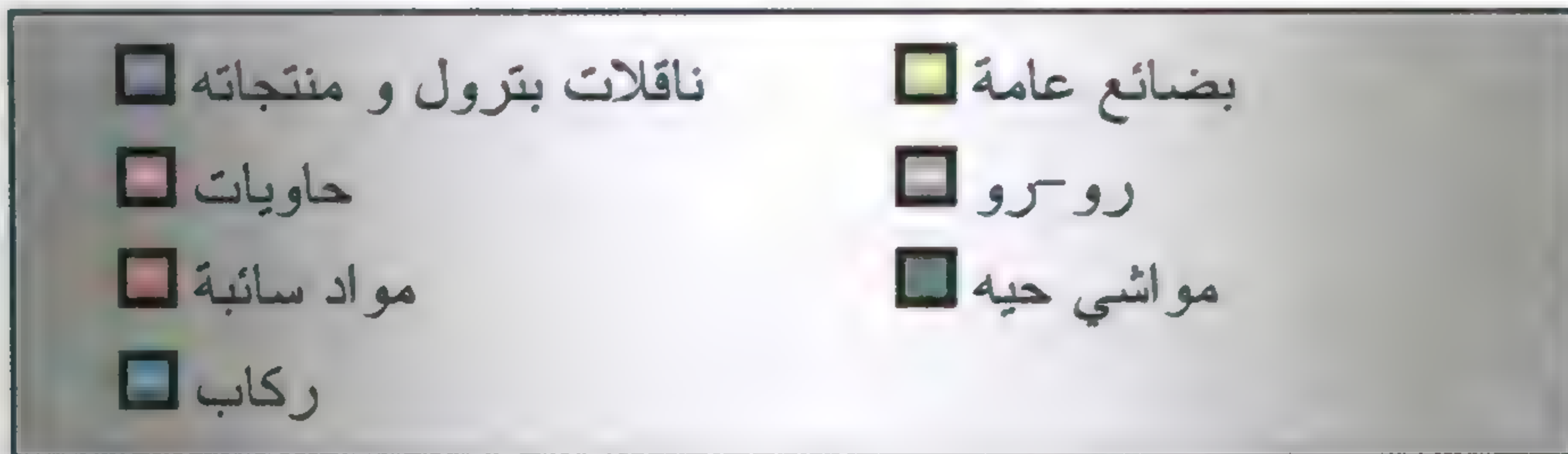
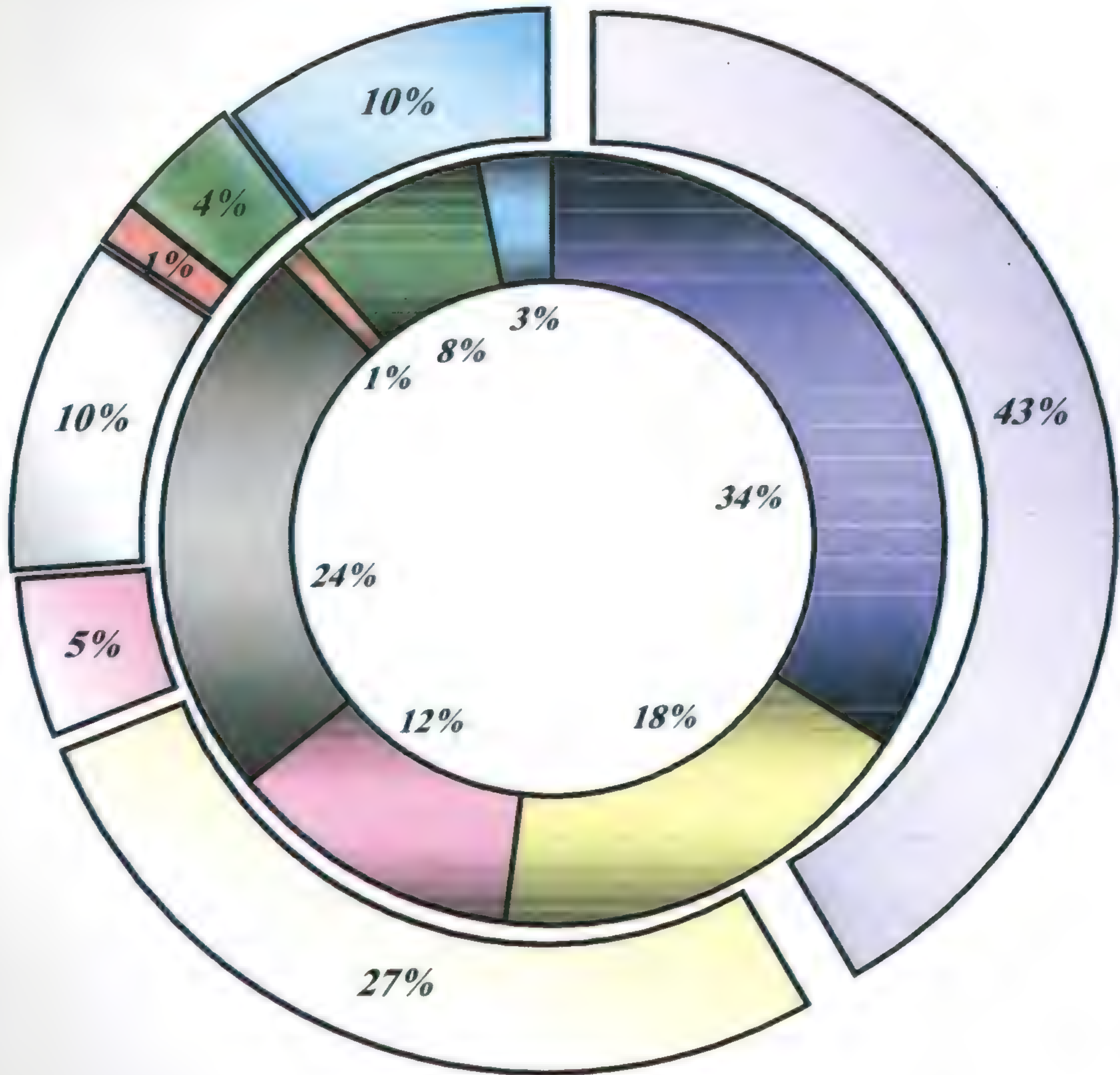
نوع السفن	العدد	الحمولة الساكنة
ناقلات بترول	22	297,753.63
ناقلات كيماويات	5	43,383.85
ناقلات البتروكيماويات	4	68,122.00
ناقلات وقود	1	1,682.00
سفن بضائع عامة	21	217,900.52
حاويات	4	148,012.80
رو/رو	8	285,967.72
سفن مواد سائبة	1	12,988.80
سفن المواشي	3	99,097.00
سفن الركاب	8	35,393.64
سفن الصيد	23	4,384.63
سفن النزهة	83	4,183.34
القاطرات	41	9,668.49
الحفارات	2	7,234.45
مكافحة الحريق	2	1,168.00
سفن التموين/الخدمة/الانشات	14	1,214.12
سفن المخلفات	1	578.45
سفن الإرساء/الصنادل/الحوامات	3	827.79
ناقلات المياه	1	986.44
الرافعات	2	3,027.16
إجمالي سفن الأسطول	249	1,243,574.83

جدول رقم (3-10) سفن الأسطول السعودي المخصصة لخدمة التجارة الخارجية

نوع السفن	العدد	النسبة المئوية	الحمولة	النسبة المئوية
ناقلات بترول	22	28.57	297,753.63	24.60
ناقلات كيماويات	5	6.49	43,383.85	3.58
ناقلات بتروكيماويات	4	5.19	68,122.00	5.63
ناقلات وقود	1	1.30	1,682.00	0.14
إجمالي	32	41.55	410,941.48	33.95
سفن بضائع عامة	21	27.27	217,900.52	18.00
حاويات	4	5.19	148,012.80	12.23
روسو	8	10.40	285,967.72	23.63
سفن مواد سائبة	1	1.30	12,988.80	1.07
سفن مواشي حية	3	3.89	99,097.00	8.19
سفن ركاب	8	10.40	35,393.64	2.92
المجموع	77	%100	1,210,301.90	%100

وزارة المواصلات - الإدارة العامة للملاحة البحرية ، 1419 هـ .

هذا و يوضح الشكل رقم (3-10) التوزيع النسبي السابق لنوعيات السفن المختلفة المشكلة لهيكل الأسطول السعودي، بحيث يمثل الإطار الخارجي للرسم النسب التي يشكلها كل نوع من أنواع السفن وفقاً للعدد، بينما يعكس الإطار الخارجي التوزيع النسبي للسفن وفقاً للحمولة.



شكل رقم (3-10) توزيع السفن السعودية حسب نوعياتها من حيث الحمولة و عدد السفن

لم تدخل المملكة مجال النقل البحري إلا حديثاً، ومع ذلك فقد اختصرت الفارق الزمني الذي يفصلها عن دول الأساطيل العالمية، فخطت خطوات واسعة في مضمار الصناعة البحرية، ليصل عدد السفن الرافعة للعلم السعودي إلى 320 سفينة، ولتحتل بذلك المرتبة الأولى بين أساطيل الدول العربية، وإن كان هناك انخفاضاً واضحاً في نسبة مساهمة الأسطول السعودي في خدمة تجارة الدولة الخارجية. ففي تقرير عن دراسة و تطوير النقل البحري السعودي⁽³⁴⁾، تم تحليل التجارة السعودية المنقولة بحراً متضمنة صادرات البترول الخام و الطاقة الاستيعابية للأسطول السعودي، وقد اتضح منها زيادة نسبة المنقول بالسفن الحاملة للعلم السعودي من 2% في 1980، و إلى 10.3% في 1992، أي أنه تضاعف حوالي 5.5 مرة خلال الفترة (1980-1992). و تتأرجح تلك النسبة بين ارتفاع و انخفاض خلال الفترة السابقة، لتشكل نسبة المساهمة في المتوسط 7.08%، وهي نسبة متدنية للغاية، تدل على أن 92.92% من صادرات المملكة و وارداتها تخضع لسيطرة شركات نقل أجنبية، مما يبرز الحاجة الملحة لتطوير ورفع مساهمة الأسطول إلى المستوى المقبول اقتصادياً و سياسياً.

أما في مجال نقل الواردات فقد شهدت مساهمة الأسطول انخفاضاً ملحوظاً سواء من حيث حجم الحمولة المفرغة في الموانئ السعودية، أو من حيث إجمالي عدد السفن الواصلة إلى تلك الموانئ. قامت السفن السعودية في عام 1983 بنقل 13.46% من إجمالي البضائع المفرغة بموانئ المملكة الرئيسية، لتتخفض هذه النسبة تدريجياً حتى تصل إلى 6.32% في 1990، و تتدنى إلى أقل مستوى لها في عام 1994 لتبلغ 2.8%. ارتفعت بعد ذلك نسبة مساهمة الأسطول لتصل في 1997 إلى 3.8%⁽³⁵⁾، إلا أن هذا الارتفاع لا زال يمثل مساهمة دون المستوى المطلوب.

و إذا كانت مساهمة السفن الرافعة للعلم السعودي في نقل الواردات تقتصر على ما نسبته 3.8%، فالموقف يبدو أكثر خطورة إذا ما قلنا بأن السفن الأجنبية تستأثر بما يزيد عن 96.2% من البضاعة المقولة بحراً إلى المملكة، بمعنى حرمان شركات الملاحة الوطنية من حق الانتفاع بأجور الشحن التي كان من الممكن الحصول عليها في حالة نقلها لتلك الواردات. و كما يتضح من الجدول رقم (3-11)، فإن دول أعلام التسجيل المفتوح تستأثر بالنصيب الأوفر من البضائع المفرغة بالموانئ السعودية، إذ تتقل أهم خمس دول منها ما نسبته 40.5% من تلك البضاعة.

و يتضح لنا أكثر مدى ضعف مساهمة سفن الأسطول السعودي، إذا ما ذكرنا بأن إحدى دول التسجيل المفتوح -قبرص مثلاً- تستأثر بنسبة 11.7 % من إجمالي البضائع المفرغة في الموانئ السعودية، بل و أن أقل تلك الخمس دول مساهمة أي بهاماس تتقل ما يفوق النسبة التي ينقلها الأسطول السعودي. كما و يوضح الجدول نصيب أكبر عشر دول مساهمة في نقل واردات المملكة و الذي يصل إلى 30.85% من إجمالي الواردات المنقولة بحراً.

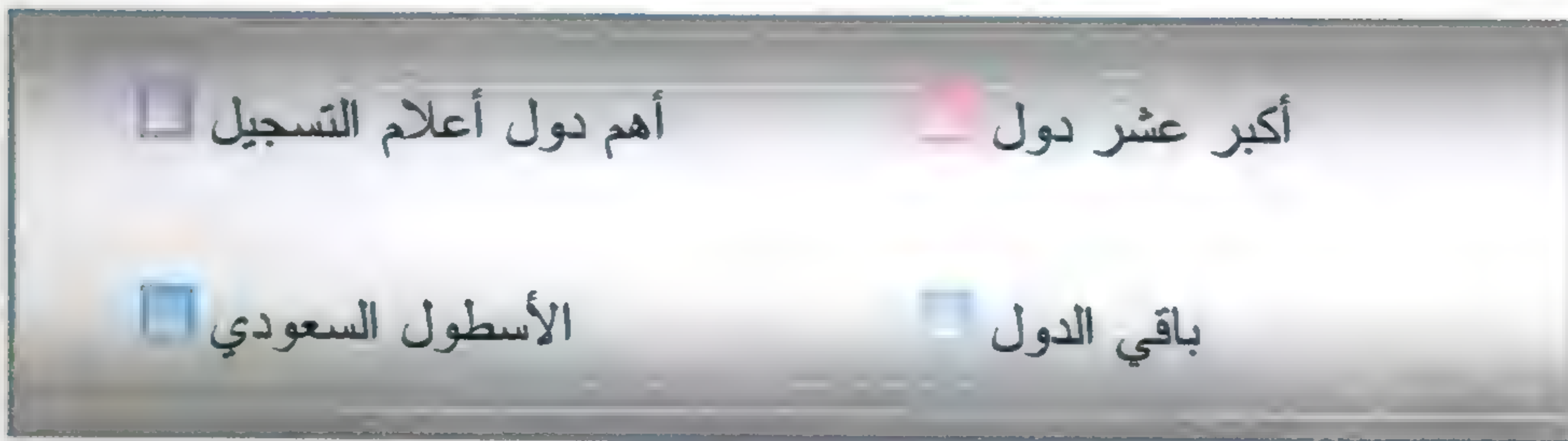
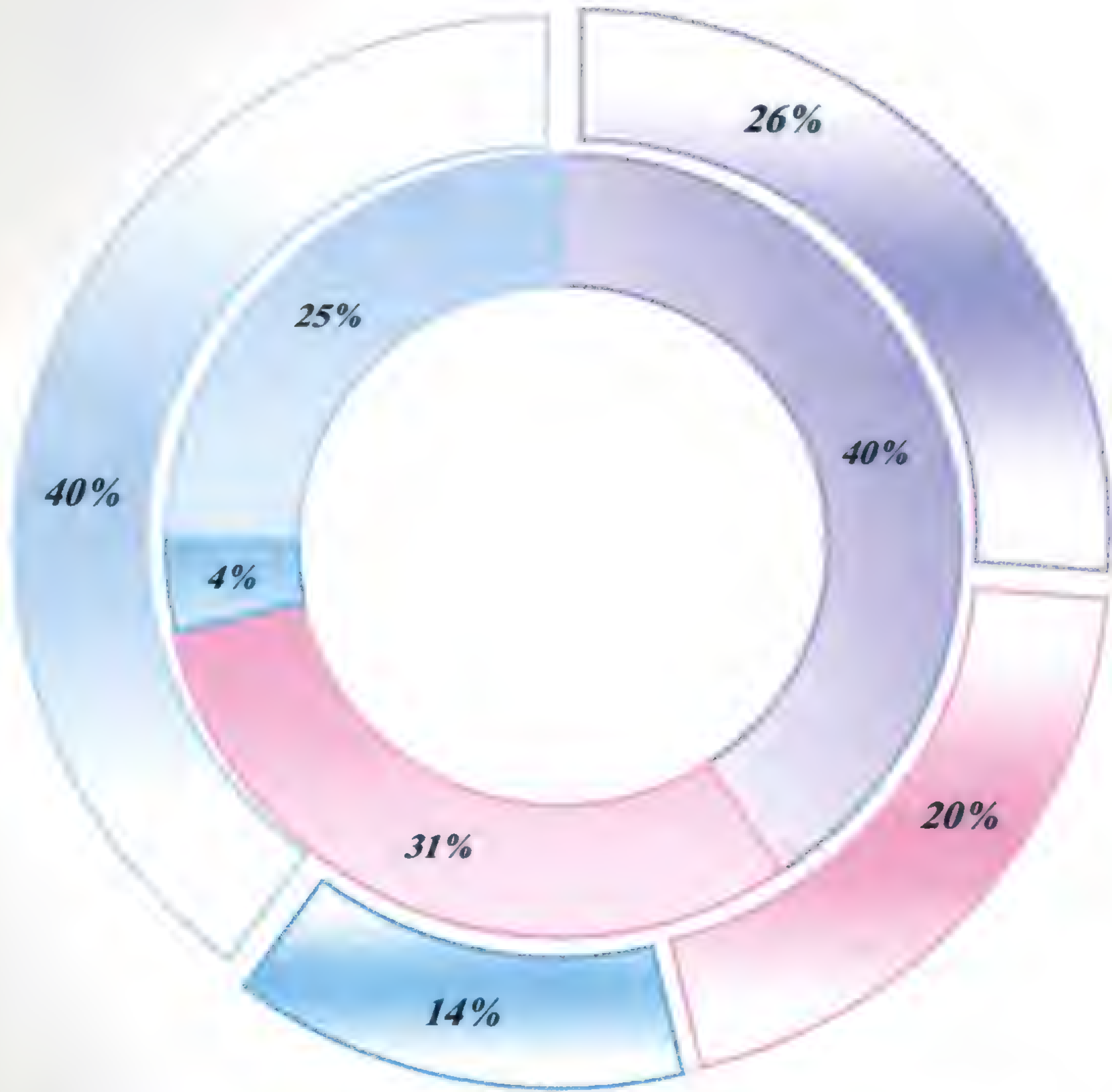
تتصدر المملكة قائمة دول أعلام الملائمة و أكبر عشرة دول من حيث عدد السفن الواصلة إلى الموانئ السعودية مفرغة كانت أم محملة خلال عام 1997، كما يتضح من الجدول، ليصل عدد السفن إلى 1489 سفينة مشكلة 13.89% من إجمالي عدد السفن. هذا بينما يصل عدد السفن الرافعة للعلم البنمي 1150 سفينة أي ما نسبته 10.54% من إجمالي عدد السفن، يليها ليبيريا 548 سفينة، ثم قبرص 462 سفينة. و يرجع ارتفاع مساهمة السفن السعودية من حيث العدد على نقيض مساهمتها من حيث حجم البضائع المفرغة إلى سببين: أولهما يتمثل في الارتفاع النسبي لمساهمة السفن الرافعة للعلم السعودي في نقل صادرات المملكة من البترول و مشتقاته، حيث تقوم 634 سفينة سعودية بنقل الصادرات لتمثل بذلك 23.9% من إجمالي عدد السفن المحملة من الموانئ السعودية و البالغ 2652 سفينة. و السبب الثاني يتمثل في كون معظم السفن السعودية هي من ذوات الحجم الصغير نسبياً.

و يمثل الشكل (3-11) بيانات الجدولين التاليين، ليوضح نسبة مساهمة الأسطول السعودي مقارنة بأهم دول أعلام التسجيل، و بأهم عشر دول تعمل على خدمة تجارة المملكة الخارجية. يعكس الإطار الخارجي في الشكل المساهمات النسبية للدول من حيث عدد السفن الواصلة (محملة /مفرغة) للموانئ السعودية، بينما يعكس الإطار الداخلي تلك المساهمات من حيث كميات البضائع المفرغة بالموانئ.

جدول رقم (3-11) أكبر الدول مساهمة من حيث

نسبة البضائع المفرغة و عدد السفن الواصلة (مفرغة/محملة) إلى الموانئ السعودية

مجموعة الدول	دولة التسجيل	البضائع المفرغة (%)	عدد السفن (%)
أهم دول أعلام التسجيل المفتوح	قبرص	11.67	4.31
	بنما	11.17	10.73
	ليبيريا	7.84	5.11
	مالطا	5.25	2.57
	بهاماس	4.61	3.36
مجموع دول التسجيل المفتوح		40.53	26.08
أكبر عشر دول	سنغافوره	5.94	3.89
	اليونان	5.03	2.18
	تركيا	3.82	0.91
	ألمانيا	3.80	2.58
	إيطاليا	3.44	1.49
	الصين	2.34	1.44
	الهند	1.80	2.44
	المملكة المتحدة	1.80	1.06
	النرويج	1.72	2.75
	الدانمرك	1.16	1.16
مجموع العشر دول		30.85	19.90
الأسطول الوطني السعودي		3.77	13.89
بإجمالي دول العالم		24.85	40.13
الإجمالي		%100	%100



شكل رقم (3-11) مساهمة الأسطول السعودي مقارنة ببعض الدول
من حيث كمية البضائع المفرغة و عدد السفن الواصلة للموانئ السعودية

ثالثاً - المشاكل التشغيلية للأسطول الوطني و الشركات الملاحية

تواجه شركات الملاحة الوطنية بالمملكة مشكلات اقتصادية و تحديات حقيقية تعمل و بحدة على انخفاض مساهمة سفن هذه الشركات في خدمة التجارة الخارجية، و تحد من قدرتها على تشغيل سفنها بالكفاءة المرجوة. فالعمل على رفع الكفاءة التشغيلية للأسطول الوطني إنما يتطلب تبني البرامج القادرة على صيانة الأسطول و توظيفه على الخطوط الملاحية المثلى لتحقيق أعلى مستوى ممكن من العائدات. و يتطلب الأمر إلقاء الضوء على أهم المشكلات التي تواجه الأسطول السعودي متمثلة في الشركات المالكة و المشغلة لسفن هذا الأسطول، و من ثم الوقوف على إمكانية الحد من تلك المشكلات و العمل على تهيئة المناخ الملائم لتطوير قطاع النقل البحري بما يعود بالنفع على الاقتصاد الوطني و الشركات الملاحية ذات العلاقة.

و رغم تعدد المشكلات التي تواجه شركات الملاحة السعودية، إلا أننا نجمل أهمها في أربعة عناصر أساسية هي:-

- 1 - المنافسة الأجنبية و الاحتكار.
- 2- إمكانيات الأسطول السعودي.
- 3 - مصادر التمويل.
- 4 - الدعم الحكومي.

1- المنافسة الأجنبية و الاحتكار

يتميز السوق الملاحى بكونه سوق ذا طبيعة احتكارية Monopolistic تسيطر عليه شركات كبرى، و تعمل على زيادة حدة المنافسة التي تواجه شركات الملاحة، و تتسبب في عرقلة نموها. لقد أصبحت الصناعة البحرية اليوم صناعة كونية تأخذ فيها الشركات الملاحية بالاندماج مكونة شركات أكبر نتيجة لتنامي ظاهرة العولمة Globalisation، و قيام كيانات و تحالفات بحرية عالمية Global Alliances عملاقة أقل عدداً و أكثر قدرة على السيطرة و الصمود في سوق الملاحة العالمية⁽³⁶⁾. و في المملكة تزداد حدة المنافسة الأجنبية Foreign Competition التي تلقاها الشركات الوطنية، حيث تعجز السفن السعودية - كما ذكرنا مسبقاً- عن نقل ما يزيد عن 3.8% من حجم وارداتها المنقولة بحراً. و على الرغم من الجهود التي تبذلها الدولة لدعم الأسطول الوطني، فضلاً عما تبذله الشركات الوطنية في

سبيل زيادة المساهمة و الاستحواذ على نصيب أكبر من البضائع المنقولة، إلا أن قوة الحرب التنافسية فاقت مقدرة الشركات كما فاقت الجهود و الدعم المبذول من قبل الدولة.

إن سيطرة الشركات الملاحية الكبرى و قوة منافستها للشركات الوطنية لم تحد فقط من عملية دخول شركات جديدة للصناعة، إنما كان لها دورها في إلحاق خسائر تشغيلية كبيرة بالشركات الوطنية، بل و أحياناً أدت إلى إفلاس Bankruptcy بعض الشركات و خروجها من السوق، سواء عن طريق مضاربتها على أجور الشحن أو من خلال الممارسات الاحتكارية التي تتبعها تلك الشركات لإلحاق الضرر بالشركات الوطنية.

عاصرت شركات الملاحة الوطنية فترات مختلفة ما بين رواج Booms و انتعاش اقتصادي، وما بين فترات كساد Depressions و ركود. في حالات الرواج الاقتصادي لم تواجه الشركات الملاحية مشكلات إدارية و تشغيلية كبيرة، خاصة و أن الأرباح يمكن أن تتحقق بسهولة و يسر. و لكن التحدي الحقيقي يتمثل في الاستمرار و المقدرة على الصمود في فترات الكساد و التي يعاني منها الاقتصاد العالمي منذ الثمانينات، عندها يجبر السوق الملاحى الطاقات الفائضة Surplus Capacity للانسحاب خارج النظام، و تسعى الشركات للمحافظة على وضعها و مكانتها في هذا السوق سعياً يكاد يكون أشبه بسباق المارثون Marathon⁽³⁷⁾، حيث يستمر المتنافسون فيه حتى ينتهي الأمر بانسحاب البعض (الشركات الأقل كفاءة) وبقاء الفائزين (الشركات الأكثر قدرة على المنافسة) و المستحقين لحصد الجوائز. بهذه الطريقة يصحح السوق الملاحى حالة الاختلال بين جانبي العرض و الطلب، و بدون شك فإن الشركات الملاحية الأكثر كفاءة و الأقدر على خوض مضمار المنافسة الضارية هي الشركات المستحقة للبقاء.

و على ذلك يمكن القول بأن أولى المشكلات التي تواجه الشركات الملاحية السعودية و تعرقل من عملية تشغيلها تتمثل في شدة المنافسة الأجنبية. فحول أعلام التسجيل المفتوح كما لاحظنا من تحليلنا لواقع الأسطول السعودي تستأثر بنصيب الأسد من التجارة السعودية، بل أن أقل هذه الدول نصيباً (بهاماس) تحظى بنقل حصة أكبر من تلك التي يقوى الأسطول السعودي على نقلها، الصورة التي تشير إلى مدى الصعوبات التي لازالت شركاتنا الوطنية تعاني منها. تمتاز الشركات الملاحية المسيطرة على السوق العالمي بعراقتها و قدرتها التنافسية العالية، لما تتمتع به من مزايا نسبية Comparative Advantages تمكنها من خفض تكاليفها نسبياً. هذا فضلاً عن قدرتها على تحقيق الجودة العالية في الخدمات و الحصول على نصيب أكبر من السوق، إضافة إلى اتساع مجال خدماتها وتنوع مصادر دخلها. كما تتمتع

الشركات الكبرى بقاعدة تنافسية قوية Strong Competitive advantage، يساعدها في ذلك استخدامها و بشكل مكثف لاقتصاديات الحجم الكبير، إضافة إلى الخبرة الطويلة التي خاضتها في مضمار الصناعة البحرية مما يجعلها أكثر قدرة على التنافس و جذب العملاء و المحافظة على وضعها و نصيبها العادل في السوق، بل و تكون أيضاً أكثر قوة و صموداً أمام مرحلة الكساد التي تجتاح اقتصاديات العالم⁽³⁸⁾. هذا فضلاً عن ما تحظى به هذه الشركات من أشكال مختلفة للدعم الحكومي، فنجد دولها تضع السياسات التشجيعية و التشريعات التيسيرية لملاك السفن و صناعاتها، و ذلك بهدف دعم و تنمية أساطيلها الوطنية.

و لعله من المفيد هنا أن نشير إلى التجربة الكورية في هذا المجال، حيث كان الأسطول البحري لكوريا الجنوبية في 1962 يتكون من 40 سفينة بحمولة مجملها 103.870 طن، و في 1990 أصبح عدد سفنه 918 سفينة بحمولة 15.7 مليون طن. كان ذلك التطور الهائل في طاقة الأسطول نتاجاً عن الخطط الخمسية التي نفذتها الحكومة، و التي قامت على أساس صناعة تصديرية كثيفة للعمالة، و إتباع سياسات وبرامج لترشيد و تقوية المركز التنافسي للأسطول الكوري. أنشئت الحكومة كلية بحرية تجارية سبقت إنشاء الأسطول البحري، و اتبعت سياسة مالية و ضريبية قوامها تشجيع الشركات الملاحية و التصنيع للتصدير. كان لزيادة الصادرات أكبر حافز لنمو الخدمات البحرية، و رفع القدرة التنافسية خاصة مع انخفاض الأجور، و العبقرية الإدارية التي تميزت بها شركات الملاحة الكورية⁽³⁹⁾.

و من خلال ما تقدم تتجلى أهمية الارتقاء بمستوى أداء خدمات الأسطول الوطني و الشركات القائمة على تشغيله إلى مستوى المنافسة الدولية في مجال النقل البحري و الخدمات المساعدة، مع الأخذ بضرورة التصدي للتحديات الجديدة و العمل على التعايش معها.

2- إمكانيات الأسطول الوطني

على الرغم من كون المنافسة الأجنبية تمثل العنصر الأكثر خطورة على وضع الشركات الملاحية السعودية، فإن القدرة على المنافسة أو عدمها محكوماً أساساً بمدى توافر المناخ الملائم لتحقيق أداء أفضل لتشغيل الشركات الوطنية لسفنها. ذلك الأداء الذي يتطلب فعالية استخدام الإمكانيات المتاحة من إدارية، و فنية و اقتصادية و تكنولوجية و خلافه. فالنقل البحري هو ميناء، و تجارة، و سفينة بكل ما يتعلق بها منذ إبحارها و حتى ميناء وصولها، و الخدمات اللازمة، و القوانين ذات العلاقة، لذا فإن مقدرة شركات الملاحة التنافسية تتوقف أولاً على توافر الإمكانيات المادية و المالية، و أيضاً على الإمكانيات

التكنولوجية و الإدارية الكفاء التي تجعل الشركات المستخدمة لها في وضع تنافسي أفضل من تلك التي تفتقر إليها.

يتضح لنا من الإحصائيات التي تناولناها مسبقاً، أن الأسطول السعودي لا يزال يعمل دون الحجم الأمثل، حيث تراوح المستغل من طاقته الاستيعابية Absorptive Capacity ما بين 55% - 85% خلال العشرة سنوات الماضية. ففي 1991 وصل المستغل فعلاً من الأسطول إلى 68%، وفي 1997 بلغت طاقته الاستيعابية حوالي 1.059 مليون طن ساكن، بينما تبلغ حمولة الأسطول الفعلية حوالي 1.244 مليون طن، بمعنى أن ما يستغل فعلياً من طاقة الأسطول الوطني لا يزيد عن 85.2%، مع وجود فائض طاقة غير مستغلة تقدر بحوالي 14.8%. و طالما أن الأسطول الوطني يعمل دون الحجم الأمثل أو الاستغلال الأمثل لإمكاناته المتاحة، فإنه يتعين الوقوف على أوجه القصور و تحليل أسبابها.

إن معظم السفن السعودية هي من نوات الحجم الصغير، فبتقدير متوسط حمولة السفن السعودية، بنظيره لإجمالي السفن الواصلة إلى موانئ المملكة الرئيسية في عام 1997، اتضح أن متوسط حمولة السفينة السعودية يبلغ حوالي 711.22 طن ساكن، حيث تقوم 1489 سفينة بنقل 1.059 مليون طن تقريباً من الحمولة. هذا في حين نجد أن 9230 سفينة أجنبية تنقل ما حمولته 27.042 مليون طن تقريباً، ليبلغ بذلك متوسط حمولة السفينة الأجنبية 2929.8 طن ساكن. و بمقارنة الحمولتين يتبين أن حمولة السفينة السعودية تنخفض لتشكّل ما يقارب ربع حمولة السفن الأخرى. و إن كانت السفن الصغيرة تتميز بمرونة تشغيلية أكبر من السفن الكبيرة خاصة في أوقات الركود التجاري، فإن السفن الكبيرة أجدي اقتصادياً⁽⁴⁰⁾.

يتضح من واقع بيانات هيكل الأسطول السعودي، أن ناقلات النفط و منتجاته تستحوذ على النسبة الأكبر من إجمالي السفن، و هذا تفسير طبيعي لهيمنة القطاع النفطي على باقي القطاعات السلعية في الاقتصاد السعودي، تأتي بعدها سفن الروسو ثم البضائع العامة. و بتحليل واردات المملكة و صادراتها المنقولة بحراً، يتبين أن الاحتياج الأكبر للتجارة السعودية يتمثل في الناقلات Tankers، سواء ناقلات البترول الخام، أو ناقلات الكيماويات، و غيرها. يلي ذلك ناقلات الحبوب Bulk Grain، ثم بضائع سفن الحاويات. الأمر الذي يدل على أن الأسطول الوطني -باستثناء ناقلات البترول- غير مجهز لتلبية الطلب على كافة أنواع البضائع، حيث يوجد قصور في السفن المتخصصة في نقل المواد السائبة و البضائع الصب الجاف، و كذلك الحاويات، رغم الاتجاه المتصاعد للتحويلة.

يضاف إلى ما سبق أيضاً، ارتفاع معدل العمر في السفن السعودية الحاملة للعلم السعودي، حيث يتراوح متوسط عمر السفينة بين 15-20 سنة. و على اعتبار أن العمر الاقتصادي للسفينة Economic Life هو 20 عام، فإن سفن الأسطول السعودي تعد متجاوزة للعمر الافتراضي Overage. و يشير تقرير الأونكتاد UNCTAD⁽⁴¹⁾ إلى أن:-

"الدول النامية عموماً لا تزال مستمرة في الاستثمار في حمولات سفن من الأنواع المتقدمة تكنولوجياً ، و أنها لا تستطيع أن تجد المال الكافي لإحلال سفنها البالية عديمة الجدوى من الناحيتين الاقتصادية و الفنية بسفن حديثة تجاري متطلبات التجارة العالمية ، و أنه من الواضح أن عدم القدرة على التكيف مع التطورات الجديدة لها انعكاسات خطيرة على المقدرة التنافسية الحالية و المقبلة لأساطيل معظم الدول النامية".

لعل من أهم العوامل التي تؤدي إلى انخفاض إمكانيات الأسطول الوطني إنما تكمن في العوامل الذاتية للشركات الملاحية نفسها و عدم قدرتها على المنافسة إدارياً و تكنولوجياً. فمعظم الشركات الملاحية السعودية تفتقر إلى الخبرات الإدارية و التسويقية الحديثة و المواكبة للتطورات العالمية. لقد كان للتقنية دور بارز في اتساع الفجوة التكنولوجية Technological Gap بين الدول الصناعية و الدول النامية في كثير من المجالات و من أبرزها النقل البحري. و هنا تصبح عملية تحديث التكنولوجيا المستغلة في صناعة النقل البحري عملية جوهرية لا غنى عنها. و ما لم تتمكن الشركات الملاحية من ملاحقة هذه التغيرات و إتباع الأساليب الكفيلة بتقليص الفجوة التكنولوجية التي تواجهها، فستبقى معزولة خارج نطاق دائرة السوق الملاحى و لا مجال لها للمنافسة عالمياً.

إن التقنية وحدها لا يمكنها حل جميع مشاكل النقل البحري السعودي، و لكن حل معظم المشكلات يتأتى من خلال الجمع بين التطورات الحديثة للتكنولوجيا و الإدارة السليمة و تجهيز الموارد المالية و البشرية اللازمة، إضافة إلى المتابعة و المعرفة المستمرة للظروف المحيطة بسوق النقل البحري العالمي. كما و قد أصبحت الحاسبات الإلكترونية أداة أساسية في معظم الشركات الملاحية بالدول المتقدمة، أما الشركات العاملة بالدول النامية و كذلك بالمملكة، فلا تزال استخداماتها للحواسيب محدودة في نطاقات ضيقة للغاية. و إذا ما أرادت شركات الملاحة الوطنية إيجاد دور تنافسي أفضل، و تسجيل كفاءة أعلى و ربحية أكبر من خلال تسهيل عملية الاستخدام الأمثل للموارد، فلا بد لها من الأخذ في الاعتبار و بجدية الاتجاه نحو الحوسبة في جميع نواحي أنشطتها الملاحية.

و قبل كل ما سبق يبرز عامل مؤثر، و المتمثل في مدى توافر العنصر الوطني المؤهل و المساهم في عملية رفع كفاءة قطاع النقل البحري. فالقطاع البحري متمثلاً في شركات الملاحة و السفن والموانئ و الخدمات المساندة يعاني من نقص في الكوادر البشرية المؤهلة، و هيمنة العمالة الوافدة على هذا القطاع لاسيما و أن المملكة حديثة العهد بصناعة النقل البحري المتطور، مع عدم إقبال الأيدي العاملة السعودية على هذا المجال. و بناءً على ذلك يستدعي الأمر العمل على تنمية القوى البشرية المؤهلة و القدرة على الالتحاق بهذا القطاع و النهوض به بكفاءة، فالسبيل الأساسي للوصول إلى أسطول وطني نو عائد اقتصادي متميز يتمثل في تهيئة الكوادر التشغيلية القادرة على الاستجابة ديناميكياً لمتطلبات العملية التشغيلية لأسطول النقل البحري⁽⁴²⁾.

3- مصادر التمويل

صناعة النقل البحري شأنها شأن أي صناعة أخرى تتطلب رأس المال الكافي لمزاولة أنشطتها، و إن كانت هذه الصناعة كثيفة لرأس المال Capital Intensive Industry، و تتطلب رؤوس أموال ضخمة لقيامها و تطورها، بحيث يرتفع فيها معامل رأس المال Capital Output Ratio للطن المنقول لترتقي إلى مصاف أكبر الصناعات الثقيلة في العالم. و كحد قول الدكتور أحمد عبد المنصف: "إن إقامة صناعة نقل بحري حديثة في أية دولة نامية يحتاج إلى رؤوس أموال طائلة"⁽⁴³⁾، ليشير بأنه لا سبيل لتقوية المركز التنافسي للدول النامية بحرياً إلا باتباع أسلوب الدول المتقدمة في تكوينها لتكتلات و مجموعات ضخمة قادرة على توفير رؤوس الأموال اللازمة، إضافة إلى اللجوء إلى التخصيص. لذا فمن العوامل المهمة و المحددة لقدرة الدولة على تنمية أسطولها و رفع مستواه التنافسي، توافر رؤوس الأموال اللازمة لبناء أو شراء السفن و قطع الغيار و التأمينات و التجهيزات المختلفة. و يتميز الاقتصاد السعودي بوفرة رؤوس الأموال و ضخامة الاستثمارات فيه، إلا أن هذه الاستثمارات غالباً ما توجه إلى قطاعات معينة، لا يكون للقطاع الملاحي نصيباً عادلاً منها. فالمستثمرون السعوديون يحجمون عن الدخول باستثماراتهم في المشاريع و الأنشطة البحرية، لارتفاع التكاليف البحرية، و لكون الصناعة البحرية عالية المخاطرة "Shipping is a risk business"، إضافة إلى حالات عدم التيقن Uncertainty التي تسود السوق الملاحي و المتوقفة على تقلبات العرض و الطلب و على مرونة الشحن البحري.

و رغم اختلاف الإمكانيات المالية من شركة ملاحية لأخرى، إلا أن ضخامة رأس المال المطلوب للاستثمارات البحرية، تجعل من الصعب على مستثمر واحد تحملها بمفرده و

دون وجود شركاء و مصادر تمويل يعتمد عليها داخلية أو خارجية. ومع غياب هذه المصادر تضطر الشركة إلى تمويل مشروعاتها ذاتياً Self-financing، مما يعني عدم القدرة على التوسع و التمتع بمزايا الإنتاج الكبير، إنما الاكتفاء بالقيام بمشروعات بحرية صغيرة، و شراء سفن أقل حجماً و أرخص نسبياً. و يعتقد بأن انخفاض عدد السفن السعودية يعود أساساً إلى عدم وجود مصادر التمويل الكافية و كون التمويل الممكن من خلال البنوك التجارية محلياً محكوماً بمدى علاقة صاحب الشركة بالبنوك، و قدرته على إقناعهم بتمويل مشاريعه (44).

تحجم البنوك التجارية و المؤسسات المالية بالمملكة عن عمليات تمويل هذا النشاط خشية المخاطر التي قد تواجهها كغرق السفينة مثلاً و طول إجراءات صرف التعويضات من شركات التأمين، و الحجز على السفن و غير ذلك من المخاطر المادية للسفن أو لبعض الأصول و المنشآت البحرية. كما تتردد البنوك في تمويل تلك المشروعات لعدم وضوح قوانين إمكانية رهن السفن للبنوك السعودية (45)، في ظل غياب نظام بحري سعودي شامل يكفل حقوق وواجبات الأطراف المعنية. و بدون شك فإن أي مؤسسة مصرفية محلية لن تقوم بتمويل شراء أو بناء سفن دون دراية كاملة بالأنظمة و القوانين التي تحكم هذه العملية التمويلية. هذا في حين أن لجوء الشركات الوطنية لتسجيل سفنها تحت أعلام دول التسجيل المفتوح يضمن لهم إحراز 70% تقريباً كتمويل من البنوك الدولية.

ساهمت الدولة من خلال الصندوق السعودي للاستثمار في عدد من المشروعات البحرية، فكان أن ساهمت بنسبة 25% من رأس مال " الشركة الوطنية للنقل البحري" (NSCSA)، ذات الدور الرائد في الصناعة البحرية السعودية و كبرى شركات الملاحة الممثلة للأسطول السعودي. هذا إضافة إلى مساهمة المملكة مع 5 دول خليجية في إنشاء " شركة الملاحة العربية المتحدة " (United Arab Shipping Company (UASC)، كما ساهمت أيضاً في إنشاء "الشركة العربية البحرية لنقل البترول" Arab Maritime Petroleum Transport Company (AMPTC) مع 9 دول عربية. أما بالنسبة لشركات القطاع الخاص الملاحية فهي تعاني من عدم وجود مصادر التمويل اللازمة.

و يستلزم الأمر إعطاء الدولة اهتمام أكبر لتوفير مصادر التمويل اللازمة لدعم المشروعات البحرية، و إعادة النظر في غياب مؤسسات مالية بحرية تساعد الشركات الوطنية في الحصول على التمويل اللازم، كالبنك البحري Maritime Bank أو صندوق للتنمية البحرية Shipping Development Fund. فدولة كالهند مثلاً تقوم بإنشاء صناديق

لتنمية النقل البحري تختص بتقديم قروض لشركاتها الملاحية لامتلاك سفن جديدة، تصل هذه القروض إلى 90-95 % من أسعار بناء السفن، و بأسعار فائدة 4.5%، كما تقوم هذه الصناديق بفتح اعتمادات للشركات في البنوك الأجنبية كضمان⁽⁴⁶⁾. يقول المدير العام للنقل البحري بوزارة المواصلات: " لم نتمكن حتى الآن من إقناع البنوك و صناديق التنمية لتمويل هذا القطاع، ربما بسبب أنظمتها المعمول بها، و نفكر في وسيلة لإقناع البنوك لتمويل أنشطة الاستثمار في النقل البحري تمكنهم من تقديم قروض مقابل ضمانات كرهن السفينة و ضمانة الدولة و إعطاء فوائد أقل من مثيلاتها " ⁽⁴⁷⁾.

هناك أنواع من التسهيلات التي يمكن للبنوك تقديمها للشركات الملاحية كمنح القروض طويلة Long-term Loans أو متوسطة الأجل لتمويل تكاليف إنشاء سفن جديدة، و تسهيلات ائتمانية قصيرة الأجل لتمويل النشاط الجاري. أما بالنسبة للتمويل الخارجي External Finance فيمكن أن يكون بالتمويل المباشر من البنوك أو الهيئات التمويلية الدولية، إضافة إلى عمليات التمويل التأجيري كحل لمشكلات عدم توافر المصادر التمويلية لبناء أو شراء السفن. التمويل التأجيري Finance By Leasing هو عبارة عن تعاقد بين المؤجر و المستأجر لتأجير أصل معين، يستبقى فيه المؤجر لنفسه حق ملكية الأصل، و لكنه يعطي المستأجر حق استعمال الأصل لفترة زمنية متفق عليها و ذلك مقابل دفع الإيجار المحدد ⁽⁴⁸⁾.

4- الدعم الحكومي

إن التحدي الكبير الذي يواجه معظم شركات الملاحة الوطنية يكمن في أهمية الدور الذي يمكن أن تؤديه السياسات الحكومية Government Policies في النشاط البحري، حيث يمكن الاسترشاد بدور العديد من الحكومات في تكوين شركات بحرية قوية مالياً و إدارياً، و تنمية أسطولها البحري ليكون قادراً على المنافسة عالمياً. تقدم تلك الحكومات العديد من المساعدات سواء في صورة إعانات لبناء السفن Construction Subsidies، أو إعانات تشغيل Operating Subsidies، أو أسعار مخفضة للفائدة Low Interest Rate، أو حتى بدون فوائد Interest-free. هذا فضلاً عن أي تسهيلات و مزايا يمكن أن تمنح لدعم أسطولها الوطني.

هدفت الحكومة النرويجية إلى وقف التسرب في أسطولها الوطني للتسجيل تحت أعلام دول أخرى خلال الثمانينات، فقامت بما يعرف بالورقة البيضاء White Paper لتمنح من خلاله إعفاءات ضريبية للأجانب للاستثمار في الشركات الوطنية، و استخدام تكنولوجيا أكثر تقدماً لتخفيض أطقم السفن، فضلاً عن إنشاء نظام تسجيل بديل للنظام القائم، أطلق عليه "التسجيل الدولي النرويجي" يمكنها من استخدام أطقم من البحارة الأجانب الأقل تكلفة، و

لنستقطب من خلاله السفن التي فقدتها⁽⁴⁹⁾. و اليوم تتحكم النرويج بحوالي 10% من الأسطول العالمي، و 20% من ناقلات البترول و الكيماويات في العالم⁽⁵⁰⁾. قدمت فرنسا دعماً مالياً يقدر بحوالي 240 مليون دولار خلال عامي 87، 1988 في سبيل تشجيع أسطولها الوطني. هذا في الوقت الذي قامت فيه الحكومة الإيطالية بتخصيص مبلغ 750 مليون دولار وفقاً لقانون FINMAR - لدعم الخطوط الإيطالية لعشر سنوات 87-1997. كما تقدم بلجيكا وسائل دعم مختلفة بحدود 70% من قيمة السفن المبنية حديثاً، و 3% من أسعار الفائدة. و تقدم اليونان ما بين 20-50% من قيمة تكلفة بناء السفن. أما ألمانيا الاتحادية فتوفر دعماً مباشراً يبلغ 12.5% من تكلفة السفن، مع دعم إضافي لأسعار الفائدة، إضافة إلى دفعات مالية تقدر حسب حجم الاستثمار في السفن الرافعة للعلم الألماني و المستخدمة للكوادر الوطنية⁽⁵¹⁾.

و مازال الدعم المادي المقدم للسفن السعودية ضئيلاً مقارنة بما تقدمه الدول الصناعية لسفنها و شركاتها الملاحية. و قد كان لإدراك الحكومة السعودية لمدى خطورة السياسات الحمائية التي تقوم بها الدول الصناعية لدعم أساطيلها الوطنية دوره في بذل الجهود لدعم الأسطول السعودي، و ذلك بإصدار التعليمات للمستوردين السعوديين بإعطاء الأولوية للسفن الرافعة للعلم السعودي في نقل بضائعهم، و بمطالبة المقاولين المتعاقدين مع الأجهزة الحكومية بنقل مستلزمات تلك العقود باستخدام السفن السعودية قدر الإمكان. هذا إضافة إلى الدعم المالي المتمثل في تخفيض أسعار الوقود للسفن الوطنية لتصل أسعاره إلى 70% من الأسعار العالمية.

لم تكن التعليمات و التوجيهات الحكومية الصادرة ملزمة قانوناً، لذا لم تتحقق فعلياً. و قد اتضح من دراسة ميدانية أعدتها الغرفة التجارية الصناعية بجدة⁽⁵²⁾، أن 87% من الشركات و المؤسسات صناعية و تجارية بالمملكة يقومون بشحن بضائعهم على سفن أجنبية، و إن كان السبب في ذلك يرجع لكون المنتج القائم بالتصدير في الخارج هو الذي يقوم باختيار الشاحن وفقاً للعقد "سيف" Cost Insurance and Freight (C.I.F)، و بدون شك فإن المصدر الأجنبي سيختار الشاحن الذي يحقق له أكبر منفعة ممكنة و ليس الشاحن السعودي. هذا في الوقت الذي يرجع فيه تسجيل بعض الشركات السعودية سفنها تحت أعلام دول أخرى و بالأخص دول أعلام التسجيل المفتوح أو كما يطلق عليها "دول أعلام الملائمة" أو دول أعلام المنفعة Flag of Convenience لانخفاض الدعم المقدم للسفن السعودية و التسهيلات المختلفة التي تحرزها من تسجيلها تحت أعلام تلك الدول.

لقد كان للدعم الحكومي للوقود أثره البالغ خلال السبعينات و أوائل الثمانينات في تطوير الأسطول البحري السعودي، انعكس ذلك الأثر في صورة زيادة فعلية في طاقة الأسطول، و تحقيق الشركات الملاحية لأرباح مغرية شجعت شركات جديدة للانضمام إلى الصناعة البحرية. إلا أن تخفيض الدعم المقدم و في ظل الوضع الاقتصادي العالمي كان له الأثر المعاكس على كفاءة الأسطول السعودي فانخفضت مقدرة الشركات الوطنية التنافسية، و تقلص حجم السفن الحاملة للعلم السعودي. كما أن الحصول على الدعم المخفض للوقود و المقدم من وزارة البترول بالمملكة يتطلب الكثير من البيروقراطية Bureaucracy و طول الإجراءات و تعقدها. و من جانب آخر نجد أن الدعم يقدم بواقع 30% تخفيض عن أسعار الوقود لشركات الملاحة السعودية، في الوقت الذي يعتبر فيه سعر الوقود الحكومي في الأصل أعلى من الأسعار العالمية بحوالي 15%. و بذلك يكون واقع المعونة الفعلي يتراوح بين 10-15% أقل من سعر الوقود و ليس 30%. كما و أن كمية الوقود المدعم تحسب وفقاً للسرعة المثلى للسفينة Optimum Ship Speed، و لكن عند سير السفينة بالسرعة المعتادة Practiced Speed فإن كمية الوقود المدعم لن تكون كافية في كثير من الأحيان. هذا و تقوم الحكومة ببيع الديزل للحافلات Trucks بسعر مخفض للغاية يصل إلى 80 ريال/ طن، في حين تبيعه للشركات الملاحية بمبلغ 1000 ريال/ طن. و بعد إجراء تخفيض الدعم يصبح سعر الطن 700 ريال، وهو لازل سعر مرتفع مقارنة بالسعر المخفض للحافلات (53).

تولي الحكومة السعودية عناية خاصة للشركات الوطنية و التي تساهم فيها الدولة، أما الشركات الأخرى فلم تجد القدر الكافي من الدعم و الاهتمام. و من هذا المنطلق يحتم على الدولة إعطاء الشركات الملاحية المشغلة للسفن الحاملة للعلم السعودي اهتمام أكبر و تقديم مزايا و تسهيلات أكثر. تتسم الموانئ السعودية بارتفاع رسوم خدماتها إذا ما قورنت بالعديد من موانئ العالم، وعلى الرغم من قرار المؤسسة العامة للموانئ السعودية بتخفيض أجور تفريغ الحاويات اعتباراً من يونيو 2000 تشجيعاً للصادرات الوطنية، إلا أن الموانئ السعودية مازالت صاحبة التعرفة الأعلى بين موانئ دول المنطقة (54). هذا كما أن الموانئ السعودية لا تقدم أي مزايا للخطوط الملاحية الوطنية سواء المحملة للبضائع الدولية أو الساحلية. و في حين يسمح للسفن الحاملة للأعلام الأجنبية بالعمل ساحلياً دون دفع ضرائب، فإن السفن السعودية تدفع الزكاة، الأمر الذي يحملها عبء إضافي عن ذلك الذي تتحمله الشركة الأجنبية، و يجعل مساهمتها في النقل الساحلي ضئيلة للغاية، فيصعب بذلك على الشركات الوطنية المنافسة حتى في نطاق مياهها الساحلية. هذا في حين تحتفظ العديد من

الدول كالولايات المتحدة مثلاً بحق سفنها الوطنية المطلق، دون السماح للسفن الأجنبية بخدمة الملاحة الساحلية حفاظاً على وحدتها الاقتصادية الوطنية.

و من المنتظر أن يكون للدولة دوراً أكبر في حماية الصناعة البحرية السعودية و دعمها على غرار الصناعات الأساسية الأخرى. و قد حدد "ستورمي" Sturme (55) ، أن تدخل الدولة في النشاط الملاحي التجاري و دعمه إنما يكون للعديد من الأهداف، كبناء أسطول تجاري قادر على نقل التجارة، و حمايته من المنافسة الشديدة و دعمه كصناعة وليدة Infant Industry، فضلاً عن توظيف العمالة البحرية و الوفر في العملات الأجنبية، و غير ذلك. كما أوضح "ستورمي" أساليب تدخل الدولة و وسائل الدعم الممكنة ملخصة في الآتي :-

- أ - الإعانات المباشرة لبناء السفن و شرائها.
- ب - الإعانات المباشرة لتشغيل السفن .
- ج - الإعانات غير المباشرة و تشمل : تقديم القروض بأسعار مخفضة للفائدة إضافة إلى معاملة الإهلاك معاملة خاصة و الإعفاء من ضرائب الدخل و تخفيض الرسوم الخاصة بالموانئ و الإرشاد و المرور في القنوات .
- د - تعويض الخسائر للأساطيل المملوكة للدولة .
- هـ - دفع نوالين بمعدلات تأجير أعلى من معدلات التأجير العالمية لبضائع الحكومة و التي تنقلها السفن الوطنية.

حواشي الفصل الثالث

- (1) - النحراوي، أيمن: "الأسطول التجاري الوطني - حتمية التطوير و محاذيره"، إنترناشيونال ريفيو، أكتوبر 1998، 36.
- (2) - بدوي، سمية: اقتصاديات النقل البحري في العالم، دن، الإسكندرية 1989، 5.
- (3) - تتوقف الآثار المضاعفة في الدخل القومي على حجم مضاعف الإنفاق.
- (4) - تقدر القيمة المضافة لقطاع النقل و المواصلات، وفق إحصائيات وزارة التخطيط 1999 بما قيمته 28.9 بليون ريال، لتشكل 6.3% من إجمالي الناتج المحلي.
- (5) - Bauzauba, A.F.: "Tonnage Acquisition and shipping operations and Management in Developing Countries", Maritime Policy & Management, Vol.8, 1981, 229-233.
- (6) - الزوكة، محمد خميس: التخطيط الإقليمي و أبعاده الجغرافية، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1984، 307.
- (7) - Chrzanowski, Ignacy: op. cit., 3.
- (8) - الرادادي، محمد بن مسلم: التجارة الخارجية و أطوار التمويل الدولي المعاصر - مع دراسة خاصة بالعلاقات الاقتصادية الدولية لدول مجلس التعاون الخليجي، دار حافظ للطباعة و النشر، جدة، 1991، 196-202.
- (9) - ماير، جيرالد م. : التجارة الدولية و التنمية، ترجمة: أحمد سعيد نويدار، مراجعة و تقديم: صلاح نامق، دار النهضة العربية، القاهرة، 1968، 151.
- (10) - وزارة التخطيط: خطة التنمية السادسة (1995-2000)، 142.
- (11) - يعد النقل البحري أنسب وسائل النقل نظراً لضخامة السعة الاستيعابية للسفن و رخص تكاليف التشغيل فيما يتعلق بالنقل الثقيل و لمسافات طويلة.
- (12) - "الموانئ السعودية بين الأمس و اليوم"، النقل و المواصلات، ع3، ديسمبر 1998، 46.
- (13) - انتهجت المملكة أسلوب الخطط الخمسية و ليس أسلوب الميزانية كأسلوب للتنمية، نفذت منها خمس خطط حتى الآن، و هي على وشك الانتهاء من الخطة الخمسية السادسة.

- (14) - وزارة التخطيط : خطة التنمية الثانية (1975-1980).
- (15) - السعر فوب FOB أو عقد الشراء (البيع) Free On Board يلتزم فيه البائع بتسليم البضاعة على ظهر السفينة التي يعينها المشتري في ميناء الشحن المتفق عليه.
- (16) - العبيد، عبد الله بن عبد الله بن سليمان و عطية، عبد القادر محمد عبد القادر: اقتصاد المملكة العربية السعودية - نظرة تحليلية، دار عالم الكتب، الرياض، 1994، 25.
- (17) - وزارة التخطيط : خطة التنمية الثالثة (1980-1985)، 49.
- (18) - وزارة التخطيط : خطة التنمية الرابعة (1985-1990)، 52.
- (19) - وزارة التخطيط : خطة التنمية الخامسة (1990-1995)، 69.
- (20) - وزارة التخطيط : خطة التنمية السادسة (1995-2000)، 80.
- (21) - الراددي، محمد بن مسلم : المرجع السابق، 213.
- (22) - International Monetary Found: International Financial Statistics Yearbook, 1997.
- (23) - وزارة التخطيط : المرجع السابق، 93-95.
- (24) - المرجع نفسه، 119.
- (25) - لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى:-
- Chrzonowski, Ignacy: Op.cit. , p.104.
- Wahiting,D.P.: Finance of Foreign Trade, Pitman Publishing limited, London, 1986, 34.
- (26) - عبد ناجي، محمد : دور قطاع النقل البحري الوطني في نقل التجارة الخارجية لدول الخليج العربي "واقع و آفاق"، شركة الملاحة العربية المتحدة، 1990، 1.
- (27) - السلوم، ناصر بن محمد : "نحو إعادة هيكلة النقل البحري بالمملكة"، الأسواق، ع24، نوفمبر 1996، 9.
- (28) - بسيونس، عبد الحليم السيد : "الموانئ البحرية و تأثيرها على الاقتصاد القومي المصري"، تكنولوجيا النقل البحري، ع65، إبريل-يونيو 1998، 18.
- (29) - يمكن الرجوع إلى : "البترول - طريق الرخاء والتنمية عبر الموانئ السعودية"، المدينة (الموانئ السعودية الواقع والإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ، 34-35.

- (30) - الجهيمن، عبد العزيز : "الموانئ السعودية بين الماضي والحاضر"، المدينة، المرجع السابق، 22.
- (31) - بابقي، أحمد سعيد و عبد المجيد، محمد محمود : مرجع سابق، 43.
- (32) - تم حساب هذه الأرقام من إحصائيات المؤسسة العامة للموانئ لعامي 1990، 1997.
- (33) - الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب : مختصر دراسة وضع استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات قطاع النقل البحري، 4-6.
- (34) - Savsar, Mehmet; Bolat, Ahmet and Khan, Rashidur Rotab: Op. cit., 17-20.
- (35) - تم حساب النسب بالاستعانة بالإحصائيات السنوية للمؤسسة العامة للموانئ للأعوام 1404، 1411 هـ، و 1997 م.
- (36) - محمود، أحمد عبد المنصف : "النقل العالمي الجديد و النقل المصري"، مؤتمر القاهرة البحري (مارينز 4) - منجزات النقل البحري المصري و تحديات القرن الواحد و العشرين، القاهرة، 17-19 يونيو 1999.
- (37) - Stopford, Martin: Maritime Economics, Unwin Hyman, London, 1988, 93.
- (38) - Branch, Alan E.: Op. Cit., 206-208.
- (39) - محمود، أحمد عبد المنصف : "عنصر رأس المال في صناعة النقل البحري بالدول النامية مع التركيز على مصر"، ص 14.
- (40) - Branch, Alan E.: Op. Cit., 135.
- (41) - محمود، أحمد عبد المنصف : المرجع السابق، 4.
- (42) - سلمان، داود سلمان : "دراسة حول مشاكل الصناعة البحرية العربية"، الصناعة البحرية، ع1، كانون أول 1980، 20.
- (43) - "مطالب هامة لتنشيط استثمارات النقل البحري في الدول العربية و النامية"، النقل و المواصلات، ع23، أغسطس 78، 79-2000.
- (44) - "قطاع النقل في حاجة عاجلة لهيئة وطنية تهتم به"، الأسواق، ع19، يونيو 1996، 69.
- (45) - أنه وفقاً للشرعية تعتبر السفن أصول متحركة (عائمة) لا يمكن أن تكون محلاً للرهن.

- (46) - هدي، محمد سليمان : الاستثمار و التمويل في النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1995، 177.
- (47) - "الاستثمار في النقل البحري بين الإقبال و الإحجام"، الأسواق، المرجع السابق، 75.
- (48) - لمزيد من المعلومات يمكن الرجوع إلى: عبد القادر، محمد سيد : "دور البنوك الوطنية في تقديم التسهيلات و الخدمات المصرفية للمؤسسات الملاحية"، ندوة "من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي"، مرجع سابق، 440-444.
- (49) - أبو عاصي، إجلال إبراهيم محمد : "دور الدول النامية في النقل البحري و صناعته"، كلية الآداب للنبات، الدمام، 1994، 13.
- (50) - Leggate, H.K.: "Norwegian shipping -measuring foreign exchange risk", Maritime Policy & Management, Vol.26, No.1, 1999, 81-91.
- (51) - عبد ناجي، محمد : "المشاكل الاقتصادية التي تواجه تشغيل الشركات الملاحية الوطنية في الخليج العربي"، المؤتمر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، مرجع سابق، 13-14.
- (52) - الغرفة التجارية الصناعية بجده : الغش التجاري في التجارة الدولية، 1408هـ .
- (53) - Savsar, Mehmet; Bolat, Ahmet and Khan, Rashidur Rotab: Op. cit., 71-72.
- (54) - "تخفيض أجور تفريغ الحاويات في الموانئ السعودية"، مجلة أنباء النقل البحرية العربية، ع39، 50، 2000.
- (55) - Sturmev, D.: Shipping Economics, Collected papers, London, 1975.
(نقلًا عن: هدي، محمد سليمان : اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 229-230).

الفصل الرابع

النماذج الاقتصادية الرياضية
و استخدامها في شركات الملاحة البحرية

الفصل الرابع

"النماذج الاقتصادية الرياضية و استخداماتها في شركات الملاحة البحرية"

أولاً - دور الأسلوب الرياضي في تطور البحوث الاقتصادية

شهدت العلوم الاقتصادية والإدارية تطوراً ملحوظاً في الآونة الأخيرة، و أصبح الأسلوب الكمي السمة المميزة لغالبية البحوث، و ذلك بعد أن غزت الرياضيات فروع العلوم المختلفة، و حياة الناس، و انتشر استخدام الحاسبات الآلية (الإلكترونية). فتزايدت أهمية الرياضيات في مجال البحث الاقتصادي أكثر و أكثر، و غدت النظرية الاقتصادية معتمدة إلى حد كبير على النظرية الرياضية، نظراً لذلك التطور الكبير لاستخدام الأسلوب الرياضي في التحليل الاقتصادي. و يجدر بنا أن نشير في هذا الصدد إلى أن المتتبع لأسماء البارزين في علم الاقتصاد وخاصة الحاصلين منهم على جائزة "نوبل" إنما يلاحظ ارتباط أبحاث و دراسات هؤلاء الوثيق بالرياضيات أو ما يدخل تحت مسمى الاقتصاد الرياضي Mathematical Economics⁽¹⁾.

يستخدم الاقتصاد الرياضي الأساليب الرياضية المختلفة لتحليل النظريات الاقتصادية، وعليه لا يعد فرعاً مستقلاً من فروع علم الاقتصاد إنما هو مدخلاً للتحليل الاقتصادي يتمكن الاقتصادي من خلاله استخدام الأدوات الرياضية في صياغة المشاكل الاقتصادية في شكل معادلات جبرية أو متباينات أو رسوم هندسية وتحليلها، و من ثم توفير الحلول لتلك المشاكل عن طريق استخدام الأفكار الرياضية.

يرجع استخدام الرياضيات في علم الاقتصاد إلى أوائل القرن الثامن عشر، حيث كان "شيفا" Ceva (1711) هو أول من عرف باستخدام هذا الأسلوب في التحليل الاقتصادي⁽²⁾. و إن كان "كورنو" Cournot (1838) هو أول من استخدم المنطق الرياضي في التحليل الاقتصادي و بنجاح. قبل ذلك أعتبر "السير وليم بيتي" Sir William Petty (1687 - 1623) أول الإحصائيين الاقتصاديين، حيث قام في دراسته المتعلقة بعلم الحساب السياسي (لندن 1690) بتبسيط البيانات الاقتصادية بأسلوب منظم وملائم، و إن كانت أهمية عمله لا تكمن في كيفية استخدامه للأرقام ولكنها تتجلى في كونه استخدمها فقط. و على الرغم من أن

إحصائياته كانت بسيطة وغير مقننة، إلا أنه استخدمها كمحاولة لإعطاء مزيد من الدقة والصحة للاقتصاد السياسي.

يعتبر الإيطالي "جيوفاي شيفا" Giovanni Ceva (1647 - 1734) عموماً أول من عرف باستخدامه وإدخاله للطرق الرياضية في حل المشكلات الاقتصادية، فكانت دراسته التي قدمها في عام 1711 هي الطريق الممهّد للدراسات الأخرى. و تتمثل أهمية ما قدمه في الطرق و الأساليب التي استخدمها واعتماده المكثف على الرموز الجبرية في تفسيراته. هذا وتعد الإضافة الجديدة في عمله تلك المتمثلة في محاولته لتطبيق الهندسة Engineering في تحليله الاقتصادي.

و في 1738 نشر الرياضي السويسري "دانيال بيرنولي" Daniel Bernoulli (1700-1782) كتابه Specimen theoriae novae de mensura sortis مستخدماً حساب التفاضل و التكامل في تحليله لاحتمالات التي قد تنتج عن لعبة الحظ Game of Chance، و شارحاً و مفسراً للنظرية الحديثة في قياس المخاطرة Risk Measurement. و قد كان أثره بين جماعة الاقتصاديين أعظم من أثر "شيفا" في دراسته المتعلقة بالضرائب و عدالة توزيع الثروة.

أما الفرنسي "فرانسوا دي فوربوناس" Francois de Forbonnais فقد كان أول فرنسي يستخدم الرموز الرياضية، و ذلك في مؤلفه Elements du Commerce (1754)، خاصة في تفسيره لاختلاف سعر الصرف Exchange Rate بين دولتين و كيفية تحقيق التوازن بينهما أخيراً. هذا وقد عرف فرنسوا بهجومه الشديد على الفيزوقراط⁽³⁾.

ظهر بعد ذلك الجدول الاقتصادي كأبرز أعمال الطبيب الفرنسي "فرنسوا كيني" Francois Quenay و التي توضح فكرة التوازن الاقتصادي. يعتبر "كيني" عميد ومؤسس مدرسة الفيزوقراط و يعاد إليه الفضل في مولد الاقتصاد القياسي Econometrics⁽⁴⁾. و قد شبه "كيني" في مؤلفه الخاص بالجدول الاقتصادي حركة دوران الثروة في الاقتصاد القومي بحركة الدورة الدموية في جسم الإنسان، و لا عجب في ذلك لكونه طبيباً قبل أن يكون اقتصادياً. و قد قوبل كتابه بإعجاب شديد من قبل المركز "ميرابو" أحد الكتاب الفيزوقراط حينئذ، ليمجد مجهود "كيني" بقوله: أن هناك ثلاثة اختراعات أثرت في تقدم الجنس البشري، وهي الطباعة و النقود و الجدول الاقتصادي لكيني⁽⁵⁾. و قد تطور ذلك الجدول تدريجياً فيما بعد ليعرف بجدول المستخدم/ المنتج Input/Output Table (I.O.T)، والذي شاع استخدامه في التخطيط الاقتصادي.

هذا و نجد "جان باتست ساي" Jean Batiste Say (1767-1832) و الذي اشتهر بقانونه في الأسواق Say's Law ، لا يفضل استخدام الرياضيات في تفسيره للمبادئ و القواعد الاقتصادية. حيث يقول في مؤلفه "رسالة في الاقتصاد السياسي" Traite d'Economies Politique عن الدراسات الاحصائية: "يمكنها أن تشبع الفضول، و لكنها لا يمكن أن تكون منتجة للفرص و ذلك عندما لا تبين أصل و نتيجة الحقائق التي تم جمعها، و بالتعبير عن أصلها و نتائجها فهي تصبح علم اقتصاد سياسي"⁽⁶⁾. كان كتاب "ساي" بمثابة منهج فكري كامل لعلم الاقتصاد السياسي، و من أكثر مؤلفات الكلاسيك وضوحاً و ترتيباً و التي تبين وضوح الفكر الاقتصادي لدى "ساي" و تؤكد آراء "آدم سميث"⁽⁷⁾.

يعتقد "ساي" أن الاقتصاد السياسي يحتوي على بعض المبادئ و القواعد الأساسية، و أن المحصلات و النتائج المنبثقة من هذه المبادئ تستنتج من المشاهدات، و أنه من الخطأ الاعتقاد بأن حل المشكلات المتعلقة بها يمكن أن يتحقق بإضافة الرياضيات إليها. و على نقيض هذا الاعتقاد نجد أن "ساي" في كتابه: Complet d' Economie Politique يستخدم نموذجاً بيانياً لكل من الطلب و الدخل و السعر.

و في نظرية الموقع Location Theory يبرز الألماني "جوان هنريك فون ثونين" J.H. Von Thunen (1780-1850)، والذي عرف بكتابته عن المناطق المنعزلة وتأثير المسافة و البعد عن المدينة. فهو يرى أن التركيز الاقتصادي يتشكل على هيئة أحزمة وظيفية تحيط بالمدينة. كل منها يمثل نوعاً محدداً من الإنتاج الزراعي و من استخدامات الأرض. كما حاول "فون ثونين" إنشاء صيغة رياضية للأجر الطبيعي الذي يوازي بين أجور أولئك الذين ينتجون سلعاً استهلاكية مع الآخرون الذين ينتجون سلعاً رأسمالية⁽⁸⁾. و لكن يبقى تحليله لاقتصاديات الأرض تحليلاً متميزاً و الذي استحوذ بانتباه عظيم في ذلك الوقت، ليستخدَم كنقطة بداية في دراسات نظرية الموقع.

يعتبر الاقتصادي "أنطوان أوجستين كورنو" Antoine Augustin Cournot (1801-1877) هو أب الاقتصاد الرياضي، حيث أنه كما ذكرنا مسبقاً هو أول من استخدم المنطق الرياضي في التحليل الاقتصادي و بنجاح. كانت كتابته في مؤلفه "المبادئ الرياضية لنظرية الثروة" Recherches Sur les Principes Mathematiques (1838) أول محاولة رائدة لاستخدام صيغ و رموز التحليل الرياضي، و كان مدافعاً عظيماً عن الأسلوب الرياضي و أهميته في العلوم الاقتصادية. اهتم "كورنو" في دراسته بتفسير نظرية الثروة و التي تشمل على القيمة و السعر، المخزون، المنافسة و الاحتكار، الرفاهية الاجتماعية و غير ذلك. إلا أن

أهم أعماله كانت فيما يخص العرض و الطلب في تحديد السعر، حيث استخدم دوال العرض والطلب لتفسير السعر وفق حالات السوق متدرجاً من المنافسة التامة و حتى الاحتكار.

لم يكن لدى "كورنو" أدنى شك في أن أبحاثه و استخداماته للرموز لن تستقبل جيداً⁽⁹⁾. و بالفعل فقد أهملت أبحاثه و لأكثر من ثلاثين عاماً، فلم ينتشر بعدها استخدام الأسلوب الرياضي في الدراسات و البحوث الاقتصادية إلا في السبعينات من القرن التاسع عشر، و بالتحديد منذ أن هبت الثورة الحدية Marginal Revolution أو ما عرف بالثورة السبعينية للنظرية الاقتصادية بأسلوبها الرياضي. كان ذلك على أيدي كل من "فالراس"، "منجر"، "جيفونز" و غيرهم. و رغم أن "كورنو" لم يكن رياضياً بارعاً مقارنة بـ "بيرنولي" و "لابلاس" و غيرهم من كتاب عصره، إلا أن شهرته تكمن في عمله في التحليل الاقتصادي.

و تظهر هنا المدرسة الحدية Marginal School على يد عدد من الكتاب الاقتصاديين، من أبرزهم "جوسن"، "جيفونز" و "فالراس"، فبالنسبة لـ "هرمان هنريك جوسن" Hermann Heinrich Gossen (1810-1858)، فيعد أحد العباقرة المنسيين رغم إسهاماته الهامة في النظرية الاقتصادية. فهو يقرر بأن كل ما كان حادثاً من اضطراب فكري حول المعتقد الاقتصادي في عصره يكمن في غياب المعالجة الرياضية للمشكلة الاقتصادية⁽¹⁰⁾. كما يرجع له الفضل في كونه أول من قرر المبدأ الأساسي لنظرية المنفعة الحدية Marginal Utility Theory و بوضوح تام.

أما عن "وليم ستانلي جيفونز" William Stanley Jevons (1835-1883) - بإجماع غالبية مؤرخي الفكر الاقتصادي - فقد أتى بما لم يأت به أي من الاقتصاديين السابقين له. استخدم "جيفونز" الرياضيات بدقة أكبر، و أضاف و أعطى الكثير للفكر الاقتصادي الرياضي، موجهاً جل اهتمامه لنظرية المنفعة. لم يكتف "جيفونز" بالبحث في مدى إمكانية قياس المنفعة عددياً (Cardinal Utility) بل ربط أيضاً بين فكرة المنفعة والطلب، ليضع معادلته في تحقيق أقصى منفعة من التبادل و بشكل مبسط. هذا ويرى "جيفونز" أن علم الاقتصاد لابد أن يكون رياضياً. و أن القوانين الاقتصادية يمكن ردها إلى عدة مبادئ تصاغ بمصطلحات رياضية، و أن تلك المبادئ إنما تستخلص من المشاعر الإنسانية للذة و الألم.

و ترجع شهرة النمساوي "كارل منجر" Carl Menger (1840-1920) إلى النظرية الشخصية التي نادى بها في تحديده للقيمة، و إلى بحثه في أنواع السلع الاقتصادية و إن لم يكن من أنصار المدرسة الرياضية. إلا أن "ليون فالراس" Leon Walras (1834-1920) أظهر فهماً أكثر عمقاً للقوة التحليلية باعتباره منسئ المدرسة الرياضية في الاقتصاد. فقد

استخدم الرياضيات لشرح المفاهيم والعلاقات الاقتصادية بدقة لم يتناولها بمثلها أحد من قبل. و نجح "فالراس" في التعبير عن إمكانية قياس المنفعة قياساً عددياً، و في وضع المعادلات الرياضية التي تعبر عن أقصى إشباع Satisfaction ممكن للفرد، شارحاً في تعديل النظرية الاقتصادية البحتة إلى الرياضيات البحتة. فقد تمكن من توضيح العلاقة الصحيحة بين المنفعة و الطلب، فكان بذلك أول من وضع معادلات رياضية تعبر بوضوح عن تحقيق أقصى إشباع كلي للفرد، و بالتالي أقصى رفاهية اقتصادية.

كما قام "فالراس" بوضع ما يعرف بـ "معادلة الميزانية" Budget Equation، و التي أثارت بتحليلها الرياضي اهتماماً بالغاً من جانب الاقتصاديين المحدثين. و إذا قيل بأن "كورنو" كان أفضل رياضي في زمانه، فيمكن القول بأن "فالراس" كان أفضل اقتصادي. و قد دعت براعته في استخدام الأسلوب الرياضي في أبحاثه البعض للقول بأن إنشاء المدرسة الرياضية يعود تاريخه فعلياً إلى "فالراس"، حيث أن عمله و إن كان مسبقاً بالعمل الرائد لـ "كورنو" يعد أكثر تماماً و تنظيمياً (11).

و يذكر "فالراس" نذكر "جوستاف كاسيل" Gustav Cassel الذي تأثر جداً به وتبع منهجه في التحليل. فكاسيل مهندس سويدي تحول إلى اقتصادي متأثراً بفكر "فالراس" و مطوراً لنظريته و مطبقاً لها بصورة أوسع على التوزيع والنقود. كان من أهم أعماله ابتداعه لمعالجة رياضية مجردة في إنشائه لجداول العرض والطلب و اعتباره الكميات دوال في السعر. و من المعروف عن "كاسيل" أن تحليله كان قائماً على الإفراط في استخدامه للأساليب الرياضية و بشكل ملحوظ.

انتشرت أفكار المدرسة الحديثة في الثلث الأخير من القرن التاسع عشر و تطورت أكثر منذ أوائل القرن العشرين على يد رواد هذه المدرسة أو ما يعرف بالجيل الأول للفكر الحدي. أما الجيل الثاني الذي يتناول آراء تلك المدرسة بالتطوير فكان من أبرزهم "باريتو" و "مارشال" و "شمبيتر". و كان الاقتصادي و الاجتماعي "الفريدو باريتو" Vilfredo Pareto (1848 - 1923) من أبرز أنصار المدرسة الحديثة، و هو مهندس إيطالي متخصص في الرياضيات شغوف بالسياسة.

يصنف "بارتو" كأحد أفضل البارعين في الرياضيات، و الذي عزز من آراء و نظريات "فالراس" في الاقتصاد البحت، و أضاف لها عدد من المبادئ الخاصة به. نشر مؤلفاته في الاقتصاد السياسي مؤكداً فيها العلاقة بين كل الظواهر الكمية الاقتصادية و قابليتها للقياس. اشتهر "باريتو" بدراسته لكفاءة الإنتاج و كفاءة استخدام الموارد من منطلق

اهتمامه بالرفاهية العامة و بالأمتلية. و من بين إسهاماته الكثيرة في علم الاقتصاد، كان ذلك الشرط الذي حدده للتخصيص الأمثل للموارد، و الذي عرف باسمه "شرط باريتو للتخصيص الأمثل" أو "أمتلية باريتو" Pareto Optimality و التي صاغها معبراً عنها بأسلوب رياضي مميز.

أمّا عن "ألفريد مارشال" Alfred Marshal (1842-1924) - رائد الفكر الكلاسيكي الحديث Neo Classicism - فقد استخدم الرياضيات بشكل مميز و مركز في مؤلفه "مبادئ الاقتصاد" Principles of Economics (1890). قرر "مارشال" بأن النتائج التي سيخرج بها من علمه لابد أن تكون متاحة لجمهور كبير من الناس. و لعلمه بأن الرياضيات لم تكن مقبولة عموماً في زمانه، فقد لجأ إلى استخدام الرياضيات في تحليله دون أن يشغل قراءه بهذا الأسلوب. فقد اتبع "مارشال" أسلوباً فريداً من نوعه في كتابه، حيث استخدم الحواشي لتفسيراته البيانية و الرياضية دون أن يتوقف عليها متن الموضوع. فهو يشير في مؤلفه⁽¹²⁾ أنه سيقوم بتحليله الرياضي للمسائل الاقتصادية التي بحثها في شكل ملحق منفصل و ملحوظات خارجية، لكي يتيح لأي شخص عادي لا يلم بالرياضيات أن يتابع قراءته بأسلوب بسيط و مفهوم. يرى "مارشال" بأن استخدام الرياضيات البحتة إنما هو أساساً لتمكين الباحث من التعبير عن أفكاره بدقة، و من أجل استخدامه الخاص فقط، و رغم أهميتها القصوى للاقتصادي، إلا أنها قد تكون معرّقة لتوصيل النتائج التي يخرج بها القارئ⁽¹³⁾. و قد اعترف "مارشال" بمدىونيته لكل من "كورنو" و "فون ثونين" و تأثره بفكرهم في كتاباته⁽¹⁴⁾.

ظهر إسهام "ادجورث" F. Y. Edgworth (1845 - 1926) - الذي ترأس مدرسة "كمبردج" أثر وفاة "مارشال" - في الاقتصاد الرياضي عام 1881، حيث تعاملت دراسته لتحديد السعر في ظل ظروف الاحتكار المختلفة، فضلاً عن إجادته لأفكار و مفاهيم مبدعة في التوازن العام و في قانون تناقص الغلة Law of Diminishing Returns من الناحية الجبرية و الرياضية. و رغم تعدد إسهاماته، إلا أن أهمها يتجلى في كونه ابتكر فكرة "منحنيات السواء" Indifference Curves، و التي يطلق عليها اسم "خطوط الارتفاع المتساوي" مضيفاً بذلك تطوراً ملحوظاً في تحليل المنفعة الحدية.

و من الاقتصاديين المعاصرين لمارشال أيضاً، الاقتصادي السويدي "نت ويكسل" Knut Wicksell (1851 - 1926)، و الذي كان متأثراً بفكر "فالراس" و المدرسة النمساوية بشكل كبير، فضلاً عن تأثره بكل من "ادجورث" و "مارشال". و في الوقت نفسه كان له أثره الواضح على الاقتصاديين اللاحقين له و من أهمهم "كينز". كان "ويكسل" دارساً للفلسفة

والاقتصاد و الرياضيات، لذا نجده يتناول الحياة الاقتصادية معبراً عنها بالمنفعة الحدية و مستخدماً للمعادلات الرياضية و بتوسع. و رغم أن "ويكسل" وجه اهتمامه لدراسة التقدم التكنولوجي و النمو السكاني Population Growth في معالجته للأزمات الاقتصادية Economic Crisis، إلا أن الجانب الأكبر من فكره انصرف إلى نظرية رأس المال و الفائدة و الأسعار، نظراً لتأثره و إلى حد كبير بذلك التدهور طويل المدى في أسعار السلع و أسعار الخصم الذي عاصره خلال الفترة 1873 - 1895.

كان الاقتصادي الأمريكي "أرفنج فيشر" Irving Fisher (1867 - 1947) من الاقتصاديين الذين امتد أثرهم لسنوات طويلة. فقد اعتبر "فيشر" رياضي عظيم في زمانه نظراً لاستخدامه الأسلوب الرياضي في الاقتصاد و بطريقة موسعة. فإضافة إلى كونه اقتصادي و رياضي فهو أيضاً إحصائي، و واضع للنظريات، مدرس، عالم، و رجل أعمال. و هو كاتب خصب الإنتاج له مجلدات كثيرة في الاقتصاد، كان من أبرزها و أكثرها إظهاراً لمهارته الاقتصادية و الرياضية دراسة بعنوان : Mathematical Investigation in the Theory of Value and Prices (1892)، و التي جعلته كما يراه "شومبيتر" Schumpeter أحد أهم الرواد في الاقتصاد القياسي و أحد أعظم عشرة اقتصاديين أمريكيين⁽¹⁵⁾. و قد ركز "فيشر" جل اهتمامه على النقود و مستوى الأسعار، فكانت أعظم مساهماته في مجال النظرية النقدية، كما كان مؤلفه "القوة الشرائية للنقود" (1911) محاولة مبتكرة لإضفاء مزيداً من الواقعية إلى المعادلات التجريدية لاقتصاديات التوازن.

تميزت أعمال الكلاسيك المحدثين بضخامتها، واضعة العلاقات بين تلك الجزئيات بصورة طيعة و مرنة للتحليل الرياضي. كما يتضح ميلهم للقياس الكمي و التجريد في أبحاثهم و دراساتهم الاقتصادية، ليعطوا بذلك طابع مميز لعلم الاقتصاد، و ليقال بأنه على أيدي الكلاسيك المحدثين تم فصل علم الاقتصاد عن دائرة التاريخ و العلوم الاجتماعية، ليصبح علم بحث يشتمل على نظريات ثابتة قابلة للتجربة في كل زمان و مكان⁽¹⁶⁾. إلا أن استخدام الكلاسيك للمنهج الاستنباطي Deductive أو التجريدي Abstract قوبل بنقد شديد خاصة من جانب اقتصاديي المدرسة التاريخية Historical School الألمانية⁽¹⁷⁾. فنجد البروفيسور "جيد" Gide يوضح بأن خطأ المدرسة الكلاسيكية لا يتمثل في إصرارها على استخدام الطريقة التجريدية في البحث، و لكنه يتمثل في اتجاهها إلى المغالاة في التجريد⁽¹⁸⁾. و على الرغم من ذلك فلا يمكن إنكار ما أضافه الكلاسيك لعلم الاقتصاد و تمكنهم من بناء كيان نظري قائم على الاتساق بين فرضياته، و من ثم مقدرتهم من التوصل إلى قوانين و تعميمات و مبادئ اقتصادية.

جاء التطور الأكثر وضوحاً في الاقتصاد الرياضي منذ 1930، أو بالأصح خلال الفترة التي شهدت انحطاط الكلاسيك المحدثين و ظهور المؤسساتية⁽¹⁹⁾، ثم التطورات التي حدثت في الحاسبات الإلكترونية إبان الحرب العالمية الثانية، و ما صاحبها من استخدام أوسع للتقنيات الرياضية و تطورات تالية في الاقتصاد الرياضي متفرعة إلى المذهب التجريبي Experimentation (الاقتصاد القياسي)، و بناء النماذج الاقتصادية الرياضية في جميع فروع التحليل الاقتصادي.

و بظهور طرق البرمجة الرياضية، تبلور دور بحوث العمليات Operations Research خاصة في بداية الحرب العالمية الثانية، عندما استدعت الحكومة البريطانية مجموعة من الخبراء لغرض دراسة المشاكل الاستراتيجية التي تواجهها خاصة في مجال الدفاع، بغرض تحقيق أمل استخدام للأجهزة و المعدات الدفاعية، و كذلك الموارد البشرية⁽²⁰⁾. و قد حقق العلماء تفوقاً ملحوظاً بوضعهم الأسس الرياضية اللازمة لإيجاد أفضل الحلول بين مجموعة من البدائل. تبعت بريطانيا في ذلك عدة دول منها كندا و الولايات المتحدة و فرنسا.

و قد يكون من الصعب أن نحدد و بدقة بداية ظهور بحوث العمليات كعلم مستقل بذاته، فقد ترجع الأصول النظرية لجداول المدخلات و المخرجات Input/ Output Tables إلى الاقتصادي الفرنسي "فرانسوا كيني" - الذي سبق الحديث عنه - واضع الجدول الاقتصادي عام 1758. أو قد تكون بحوث العمليات قد ظهرت أيضاً تحت ما يعرف بالإدارة العلمية Scientific Management على يد رواد حركة الإدارة العلمية⁽²¹⁾، بحيث طورت رسومهم البيانية و استخدمت كأساس لظهور أسلوب تقويم و مراجعة البرامج "بيرت" Program Evaluation & Review Technique (PERT).

هذا و قد أعطت دراسة المهندس الدانمركي "إيرلانج" A.K.Erlang (1907) دفعة للاقتصاديين و الرياضيين للتفكير في حل الكثير من المشكلات الاقتصادية باستخدام نظرية خطوط الانتظار 'Queuing' Theory. كان ذلك عندما قام "إيرلانج" بإجراء تجارب على مشكلة كثرة المكالمات الهاتفية و التأخير في الرد عليها بشركة "كوبنهاجن" للهواتف، و تمكن من معالجة هذه المشكلة.

و مع نشوب الحرب العالمية الأولى عام 1974، قام "لانكستر" F.W.Lanchester بنشر أبحاثه التي تدرس العلاقة النظرية بين تحقيق النصر للحلفاء على الألمان باستخدام ظاهرة التفوق العددي في الجنود و قوة النيران. هذا و قد تمت في عام 1921 أول محاولة لصياغة نظرية المباريات Game Theory بواسطة "أميل بوريل" E. Borel، إلى أن استطاع

"جون فون نويمان" John Von Neumann نشر النظرية - التي ارتبط بها اسمه - عندما أثبتت النظرية الأساسية فيها و المتمثلة في نظرية النهايات الصغرى للنهايات العظمى. كان لـ"نويمان" دور أساسي في تقدم الاقتصاد القياسي تماماً كما في الاقتصاد الرياضي البحث. فهو رياضي له اهتماماته الاقتصادية، ويعتبر نموذجه في الاقتصاد المتطور من أهم الأعمال التي قدمت في مجال البرمجة الخطية (1935)⁽²²⁾.

كما يجدر بنا أن نشير هنا - بمعزل عن بحوث العمليات - إلى الاقتصادي "جون مينرد كينز" John Maynard Keynes، و الذي حولت دراسته النظر إلى التحليل الاقتصادي الكلي Macro-economics، و جعلت الدراسات و البحوث بعده تتجه في اهتماماتها للمتغيرات الاقتصادية الكلية. و قد كانت الأساليب المتبعة في معظم تلك الدراسات و البحوث الاقتصادية تجمع بين الرياضيات و الإحصاء، بإدخال الكميات الاقتصادية في معادلات جبرية أو ما يعرف بالاقتصاد القياسي⁽²³⁾.

قدم "كينز" أفكاراً اقتصادية جديدة أدت إلى قلب موازين الفكر الاقتصادي السائد رأساً على عقب، وكان له فضلاً كبيراً في تطور الاقتصاد الحديث ليشكل مدرسة بحد ذاتها "المدرسة الكينزية" (Keynesian School (Keynesianism). تعرض "كينز" بشكل مفصل للتقلبات الاقتصادية الدورية من خلال معالجته للبطالة، وقدم تفسيراً جديداً للكيفية التي يتم بها تحديد مستوى التوظيف في مؤلفه "النظرية العامة للتوظيف، الفائدة، و النقود" General Theory of Employment, Interest and Money (1936). تناول في دراسته مناقشة أسباب الكساد العظيم Great Depression (1929-1932)، و أظهرت معتقداته و آرائه تأثيراً كبيراً على السياسات الأمريكية.

و بحلول الحرب العالمية الثانية - كما سبق و ذكرنا - عهد إلى مجموعة من العلماء البريطانيين بمساعدة الإدارة الحربية في استخدام الرادارات الحديثة لرصد الطائرات الألمانية. فكانت هذه المجموعة هي أول مجموعة بحوث عمليات (1939)، تلتها مجموعة ثانية في عام 1940 عهد إليها بدراسة مشكلة التصويب لإسقاط الطائرات الألمانية. أطلق على هذه المجموعة اسم المجموعة البحثية لقيادة العمليات المضادة للطائرات Anti Aircraft Command Research Group، كما عرف هذا الفريق أيضاً بفريق "بلاكت" عندما ترأس عالم الطبيعة البريطاني "بلاكت" M.S. Blackett هذه المجموعة لإجراء الدراسات الخاصة باستخدام معدات القتال بواسطة الجنود البريطانيين ضد القوات الألمانية.

و بيد أن القوات البرية و البحرية الأمريكية عرفت بحوث العمليات في حل مشاكلها الحربية، إلا أن بحوث العمليات لم تأخذ دورها الحقيقي في الولايات المتحدة، حتى قام العالم الأمريكي "جورج دانترج" George Dantzig عام 1947 بالتوصل إلى طريقته العلمية و الناجحة للبرمجة الخطية linear Programming و هي طريقة "السبلكس" أو الطريقة المبسطة Simplex Method. فكانت شركات البترول الأمريكية أولى الشركات التي طبقت أسلوب البرمجة الخطية في تخطيط الإنتاج. أدى عمل "دانترج" إلى اهتمام كبير و ملحوظ بمشكلات الأمثلية، أو إيجاد أفضل الحلول الممكنة لمشكلات عديدة.

قبل "دانترج" قدم الاقتصادي الروسي "كانتروفيتش" Kantorovich (1939) أبحاثه المتعلقة بمشكلة التقطيع الأمثل للألواح والاستخدام الأمثل للموارد وتخطيط الأنشطة مستخدماً الطرق الرياضية و التي تضمنها كتابه: The Best Use of Economic Resources ، المنشور في عام 1965. أما "كيسليفي" Keslivi فقد قدم صياغة لمشكلة تحديد الطاقة الإنتاجية المثلى لتصنيع عدة أنواع من المنتجات على آلات مختلفة.

و هنا يأتي "فسيلى ليوننتيف" Wassily Leontif (1941)، ليضع نموذج المشهور في تحليل المدخلات و المخرجات، و ليبين فيه كيفية توزيع مخرجات كل صناعة على الصناعات و القطاعات الأخرى للاقتصاد. أي يبين النموذج العلاقات المتداخلة في نواحي النشاط الصناعي المختلفة، و ذلك في دراسته لنموذج الدخل و الإنفاق في الاقتصاد الأمريكي. يعتبر النموذج من الأدوات التحليلية الهامة و الفريدة القادرة على تحليل المشكلات الاقتصادية على المستوى القومي، و أداة رئيسية في عمليات التخطيط⁽²⁴⁾.

دخلت الولايات المتحدة الأمريكية في تلك الفترة ثورة صناعية و المتمثلة في الحاسبات الإلكترونية، الأمر الذي ساعد على ظهور نظم حديثة، وتطلب تعديل الحاسبات كأداة هامة لحل المشكلات. و قد كان لظهور الحاسبات و علوم تكنولوجيا تحليل النظم و نظم المعلومات الأثر الكبير في استخدامها كأداة هامة ساهمت في انتشار أكثر لبحوث العمليات، ليظهر أسلوب المحاكاة Simulation و طريقة مونت كارلو Monte Carlo Method⁽²⁵⁾، هذا إضافة إلى البرمجة الديناميكية Dynamic Programming التي صاغها العالم الأمريكي "ريتشارد بلمان" R.Bellman عام 1950. أما عن البرمجة اللا خطية Non-Liner Programming، فقد نشر كل من "توكر" و "كوهن" Tuhn & Tucker عام 1951 أبحاثاً خاصة بمشكلة هذه البرمجة، هذا فضلاً عما قدمه بعدهما كل من "شارنيز" و "ليمك" Charnes & Lemke و ذلك عام 1954.

و في عام 1958 تمكن "جوموري" Gomory من إعداد طريقة تستخدم لحل المشكلات التي تتطلب وحدات صحيحة للحل وهي طريقة "البرمجة الصحيحة" Integer Programming. كما ظهر في الولايات المتحدة خلال تلك الفترة نظام للمعلومات Information System يقوم على أساس استخدام الرسوم الشبكية و الحاسبات الإلكترونية. فقد أعد العالمان الأمريكيان "كلي" و "ولكر" Kelley & Walker أول تلك النظم والتي عرفت باسم طريقة المسار الحرج Critical Path Method، ليظهر في الوقت نفسه أسلوب تقويم و مراجعة البرامج (بيرت)⁽²⁶⁾.

تمكن العلماء و خاصة الأمريكيين منهم بعد ذلك من التعرف على عدد من المشاكل العامة كمشاكل المخزون Inventory Problems و التخصيص الأمثل للموارد Optimal Allocation of Resources و الجدولة Scheduling، وأساليب حل تلك المشاكل. و يجدر بنا أن نشير في هذا الصدد إلى أن استخدام بحوث العمليات في عملية تنظيم و رقابة حركة السفن و البضائع في الموانئ تم عن طريق هيئة ميناء نيويورك و ذلك عام 1950.

و بدء من عام 1951 بدأت بحوث العمليات تزحف إلى الصناعة و شركات الأعمال و مختلف الأنشطة الاقتصادية، و أخذت مكانتها و أهميتها في بريطانيا تماماً كما في الولايات المتحدة. و كان التقدم الجوهري في تحسين الأساليب المتاحة لبحوث العمليات دوراً رئيسياً في النمو الهائل و السريع في هذا المجال. هذا إضافة إلى تطور الحاسبات الآلية أو ما عرف بقيام الثورة الإلكترونية The Computer Revolution و التي مكنت من حل المشكلات و تنفيذ العمليات الحسابية بأسرع ما يمكن أن يقوم به البشر بآلاف بل بملايين المرات، فكانت هدية رائعة لبحوث العمليات⁽²⁷⁾.

هلل العالم في بداية 1951 بظهور حاسب آلي جديد يعرف باسم "يونيفاك 1" UNIVAC1 و الذي يتكون من آلاف الصمامات الإلكترونية، فكانت هذه بداية جديدة من تطورات الحاسب، فتاريخ الحاسب يرجع إلى قبل ذلك بكثير⁽²⁸⁾. و لكن عام 1951 يسجل البداية الحقيقية لعلم الحاسبات و الثورة الإلكترونية. ومع اختراع عناصر الترانزستور Transistor ظهرت الحاسبات الصغيرة. واعتباراً من عام 1963 ظهرت العديد من الحاسبات صغيرة الحجم وذات السرعة الفائقة و الدقة المتميزة في أداء العمليات الحسابية، فكان لها دور من الصعب إنكاره في تطور الرياضيات و النماذج القياسية و الرياضية و استخدامها في البحوث والدراسات، ليس فقط الاقتصادية والإدارية منها أيضاً الاجتماعية وغيرها.

و يصف الكثير تطوير البرمجة الخطية كأكثر التقدمات العلمية أهمية في منتصف القرن العشرين، و أن تأثيرها منذ عام 1951 كان تأثيراً غير عادي. فتطور الحاسبات

الإلكترونية و ما صاحبه من تطوير في أساليب البرمجة الرياضية ساعداً تبادلياً في حل كثير من المشكلات و في عملية اتخاذ القرارات، مما أضفى مزيداً من الدقة والقوة للبحوث و الدراسات الاقتصادية و سواها.

و أخيراً، يمكن القول بأن القرن العشرين شهد تطورات هائلة في مجال استخدام الرياضيات في مجال التحليل و البحوث الاقتصادية، سواء نتيجة تطور أساليب البرمجة الرياضية أو للتوسع في استخدام الحاسبات الإلكترونية الذي خلق المناخ الملائم لدفع عجلة التطور في مجال الاستخدام الرياضي في التحليل الاقتصادي عموماً، يجدر بنا أن نشير إلى أسماء ظهرت وكان لها دورها البارز، منها "هنري مور" Henry Moore، "تشارلز كوب" Charles Cobb، "دوجلاس" Douglas، "تشينري" Chenery، و "أرو" Arow، و غيرهم كثير ممن ساهم في استخدام الرياضيات كأسلوب مبسط لعرض العلاقات الاقتصادية و تفسير الظواهر المختلفة. و اليوم تحتل الرياضيات الاقتصادية أو ما يعرف بالاقتصاد الرياضي مكانة هامة جداً في الأبحاث و الدراسات الاقتصادية، بل وفي المجالات المختلفة الأخرى لدرجة أصبحت الرياضيات فيها تعرف بـ "ملكة العلوم" Queen Of Sciences⁽²⁹⁾.

ثانياً - أنواع النماذج الرياضية

لقد ساء استخدام كلمة "نموذج" Model في الآونة الأخيرة لدرجة أصبحت فيها تستخدم لوصف أي محاولة لتوصيف أو تحديد نظام بغرض الدراسة⁽³⁰⁾. و لكن النموذج هو في الواقع صورة مصغرة للنظام تهدف إلى توضيح أحد مظاهر الحقيقة التي يعمل بها هذا النظام. أما النموذج الاقتصادي Economic Model فهو "مجموعة من العلاقات الاقتصادية التي توضع عادة بصيغ رياضية تسمى المعادلة (أو مجموعة من المعادلات) Equations التي تشرح سلوكية أو ميكانيكية هذه العلاقات التي تبين عمل اقتصاد أو قطاع معين"⁽³¹⁾. فالنموذج الاقتصادي ما هو إلا صورة مبسطة توضح طبيعة النشاط الاقتصادي لقطاع معين، أو دولة معينة خلال فترة زمنية معينة على شكل رموز و قيم عددية. هذا و يعرف النموذج الاقتصادي أيضاً بأنه عبارة عن "تمثيل أو تصوير مبسط لنسق اقتصادي معين أو مشكلة اقتصادية معينة في قالب رياضي يشمل عدداً من العلاقات الدالية التي تمثل أو تصور سلوك النسق أو طبيعة المشكلة والترابط بين أجزائها"⁽³²⁾.

هناك أنواع عديدة من النماذج تختلف باختلاف طبيعة التقسيم، نورد هنا وفق تقسيمات مختلفة (كما يتضح من الشكل رقم (3-1))، و على النحو التالي⁽³³⁾:-

1 - تقسيم أو تصنيف رئيسي للنماذج :

- أ- نماذج معيارية Normative Models: و هي تلك النماذج التي تهدف إلى وصف ما يجب أن يكون كنماذج البرمجة الخطية أو نماذج التفاضل Derivative.
- ب- نماذج وصفية Descriptive Models: و هي النماذج التي تهدف إلى وصف الحقائق و العلاقات القائمة فعلاً كالمحاكاة، و نماذج خطوط الانتظار Queuing Models.

2 - تقسيم النماذج على أساس درجة التجريد :

- أ- نماذج طبيعية Physical Models: و هي تلك النماذج التي تهتم بوصف الحوادث أو الظواهر عند لحظة معينة، حيث تصور الحقائق في شكل نماذج صغيرة. و يمكن أن تعتبر الصور الفوتوغرافية نماذج طبيعية.



شكل رقم (٤-١) أنواع النماذج الاقتصادية

ب- نماذج هندسية Diagrammatic Models: يقصد بها النماذج التي تصف خصائص الحدث محل الدراسة ممثلة مواقف حركية معينة على هيئة رسوم توضيحية. و النماذج الهندسية قد تكون نماذج تناظرية Analogy كمنحنى الطلب، أو نماذج ذات أبعاد Scale كالخرائط التنظيمية، أو نموذج السفينة مثلاً.

ج- نماذج التخطيط Schematic Models: و هي عبارة عن تلك النماذج التي تتمثل في تدفقات العمليات عند مراحل معينة خلال الانتهاء من تصنيع منتج معين، كعمليات التخزين أو التأجير و خلافه.

د- نماذج مماثلة Analogue Models: نماذج المماثلة أو نماذج التناظر هي نوع من النماذج الهندسية و التي تمثل نظام معين باستخدام بعض خصائص النظام الإجمالي، كالخريطة مثلاً، حيث تمثل نموذج مناظر أو مماثل توضح عليه المدن أو الطرق أو التضاريس.

هـ - نماذج رياضية Mathematical Models: هي نماذج على درجة عالية من التجريد توضع بصورة رياضية لشرح سلوك معين أو لتمثيل علاقة معينة بين متغيرات محددة مستخدمة الرموز الجبرية (لذا تعرف بالنماذج الرمزية Symbolic). و النماذج الرياضية تصنف بدورها وفقاً للغرض منها إلى:-

- نماذج وصفية Descriptive تصف علاقات معينة.
- نماذج توضيحية Explanatory توضح سلوك العلاقات المكونة لها.
- نماذج تنبؤية Predictive تتنبأ بسلوك العلاقات تحت شروط معينة.

3 - تقسيم النماذج على أساس درجة التأكد :

أ- نماذج محددة Deterministic Models: النماذج المحددة و اليقينية هي تلك النماذج التي تفرض شرط التأكد الكلي و المعرفة الكاملة بطريقة الإنتاج و الأسعار، حيث يرتبط فيها بكل سلوك معين نتيجة محددة مثل نماذج البرمجة الخطية و اللاخطية و شبكات الأعمال و غير ذلك.

ب- نماذج احتمالية Probabilistic Models: هي تلك النماذج التي لا يكون فيها التنبؤ بدرجة مؤكدة، بحيث تتضمن قدراً من عدم الثقة و عدم التأكد، حيث يرتبط بكل سلوك عدد من النتائج قابلة الحوث باحتمالات معينة. و هي بذلك يمكن استخدامها

في تحليل كثير من المشكلات التي يكون فيها القدرة على التنبؤ دوراً واضحاً، مثل نماذج المحاكاة و التنبؤ و البرمجة الاحتمالية.

4 - تقسيم النماذج على أساس الشكل أو الهيكل :

أ- نماذج التوطين Allocation Models: يقصد بها النماذج التي تتناول مشاكل الاستخدام (التخصيص) الأمثل للموارد، كتشغيل السفن على الخطوط الملاحية مثلاً باستخدام معيار القرار Decision Criterion، كتعظيم الإيرادات أو خفض تكاليف التشغيل.

ب- نماذج الإحلال Replacement Models: وهي النماذج التي تعنى بمشاكل إحلال وحدات أكثر اقتصاداً و أوفر تكلفة محل الوحدات الحالية و تحديد التوقيت الأمثل للإحلال.

ج- نماذج المخزون Inventory Models: هي النماذج الخاصة باستخراج الكمية الاقتصادية للطلب Economic Order Quantity و الحجم الأمثل للطلب، و ذلك في سبيل تخفيض تكاليف الطلب من ناحية، و تخفيض تكاليف التخزين من ناحية أخرى.

5 - تقسيم النماذج على أساس إمكانية القياس :

أ- نماذج كمية Quantitative Models: هي تلك النماذج ذات المتغيرات و العلاقات القابلة للقياس الكمي من وزن و طول و مساحة ..الخ.

ب- نماذج نوعية (غير كمية) Qualitative Models: و هي النماذج التي لا يمكن قياسها كمياً إنما توصيفها أو ترتيبها، كالجنس، اللون، الديانة، درجة الثقافة و التعليم و غير ذلك.

6 - تقسيم النماذج على أساس الشكل الرياضي للعلاقة :

أ- نماذج خطية Linear Models: هي النماذج التي تتخذ معادلاتها الهيكلية الصورة الخطية، حيث تكون معادلاتها من الدرجة الأولى، ويعبر عنها بيانياً على شكل خط مستقيم.

ب- نماذج لا خطية Non-Linear Models: النماذج التي تكون كل متغيرات معادلاتها أو بعضها ذات أساساً أعلى من الدرجة الأولى، كأن تكون معادلاتها من الدرجة الثانية أو الثالثة، كالمعادلات الأسية Exponential Equations و المعادلات اللوغاريتمية Log Equations.

7 - تقسيم النماذج على أساس دور الزمن :

أ- النماذج الساكنة Static Models: هي تلك النماذج التي تكون كافة المتغيرات الداخلة في تركيب معادلاتها بدون فترة تخلف زمني Lag Variable، بمعنى أنها نماذج لا تأخذ عنصر الزمن في الاعتبار كمتغير، مثل نماذج البرمجة الخطية.

ب- النماذج الساكنة المقارنة Comparative Static Models: و هي تلك النماذج التي يتم بواسطتها مقارنة وضعين أو أكثر من الأوضاع أو الحالات الساكنة، أي هي التي تقارن حالة معينة في فترة زمنية معينة بأخرى في فترة زمنية أخرى.

ج- النماذج الحركية Dynamic Models: هي تلك النماذج التي يظهر فيها الزمن بوضوح كمتغير في تركيب معادلاتها و بقيمتها في وقت معين أو خلال فترة زمنية معينة، وهي بذلك تمثل الوضع الأكثر واقعية. و النماذج الحركية (الديناميكية) تنقسم بدورها إلى نماذج حركية مستمرة و نماذج حركية متقطعة.

8 - تقسيم النماذج على أساس طريقة الحل :

أ- النماذج التحليلية Analytical Models: هي تلك النماذج التي تستخدم لحل مشاكل الأمثلية، وهي نماذج تستخدم حل عام في شكل تجريدي، محددة الحل في شكل رموز، أو نماذج تستخدم طريقة عامة General Methodology (Algorithm) لحل مشاكل محددة.

ب- نماذج المحاكاة Simulation Models: يقصد بها تلك النماذج التي تستخدم لمحاكاة أو مضاهاة المشكلة المعنية بمشكلة حقيقية قائمة مثل مشاكل المخزون أو الإنشاءات أو المشاكل المتعلقة باتخاذ قرار معين كقرار إمداد سفن الأسطول الحالي بسفن جديدة وما إلى ذلك. هذا في حالة ما إذا كان من الصعب حل المشكلة بالطريقة التحليلية.

9 - تقسيم النماذج على أساس شمولية النموذج أو درجة التجميع:

أ- نماذج كلية Macro Models : و هي تلك النماذج التي تستند في معادلاتها على التحليل الاقتصادي الكلي لمتغيرات الاقتصاد القومي ، أي التي تختص بقطاعات كاملة في الاقتصاد القومي كالدخل القومي و الناتج و الاستهلاك الكلي ، وما إلى ذلك .

ب- نماذج جزئية Micro Models : و هي تلك النماذج الوحيدة التي تختص بالوحدات الصغيرة من القطاعات الاقتصادية ، أي هي النماذج التي تستند معادلاتها على التحليل الاقتصادي الجزئي ، بحيث تعالج سلوك منتج فرد أو مستهلك فرد أو أي جزء من قطاع إنتاجي أو اقتصادي معين في الاقتصاد القومي ، كنموذج الطلب على سلعة ما أو نموذج توازن سوق معين .

10 - تقسيم النماذج على أساس مدى مشاركة الاقتصاد في التجارة الدولية :

أ- نماذج مغلقة Closed Models : و يقصد بها النماذج التي تشتمل على عدد من المعادلات الممثلة للقطاعات الاقتصادية المختلفة بدون أن يظهر فيها قطاع التجارة الخارجية من صادرات و واردات.

ب- نماذج مفتوحة Opened Models : يقصد بها النماذج التي يظهر من خلالها قطاع التجارة الخارجية في المعادلات الممثلة للاقتصاد القومي.

هذا ويميل البعض إلى تقسيم النماذج أو مشاكل القرار وفقاً لموضوعات أو طبيعة الدراسة⁽³⁴⁾، و التي يمكن أن نورد بعضها فيما يلي:-

◆ تقسيم النماذج حسب نوع المنتج إلى سلعة أو منتج استهلاكي Consumer Good و منتج صناعي Industrial Good.

◆ تقسيم النماذج حسب التكامل الوظيفي إلى تجارة جملة Wholesaler و تجارة تجزئة Retailer.

◆ تقسيم النماذج حسب عمليات التشغيل Operations إلى نماذج تجميع Assembly و نماذج تخزين Storing و نماذج نقل Transportation.

◆ تقسيم النماذج حسب الموقف الاقتصادي Economic Situation إلى نماذج منافسة كاملة (تامة) Pure Competition، نماذج منافسة قلة Oligopoly، و نماذج احتكار Monopoly.. الخ.

ثالثاً - بناء النموذج الاقتصادي الرياضي

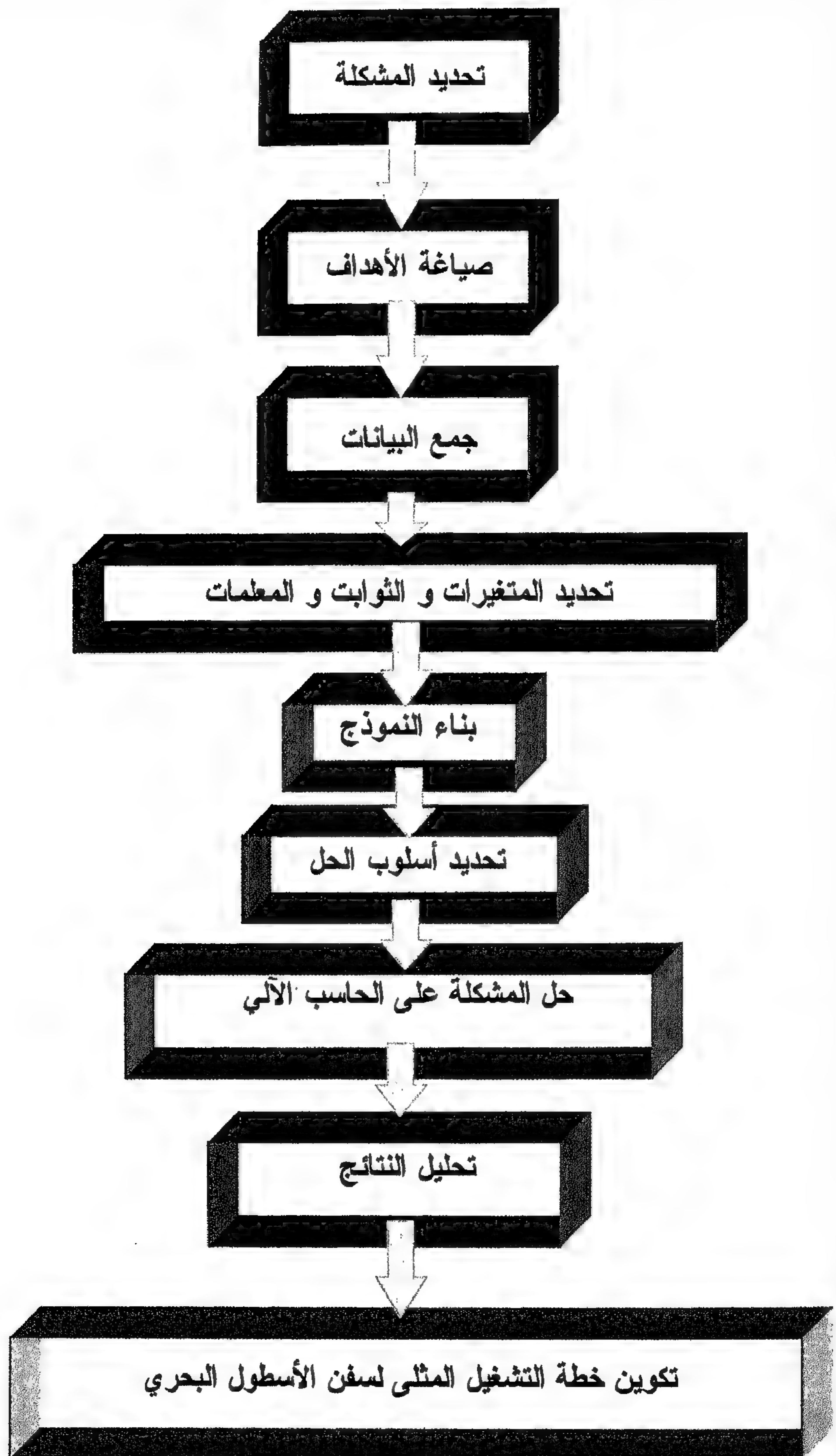
النموذج الاقتصادي هو عبارة عن إطار نظري لا يشترط أن يكون نموذجاً رياضياً، و لكن إذا حدث و كان رياضياً فإنه عندها يعطي ترجمة للعلاقات النظرية بين عدد من المتغيرات في صورة علاقات رياضية، و بذلك يتكون النموذج من معادلات تصف هيكل النموذج و تربط المتغيرات بعضها ببعض. و يتمثل بناء النموذج Model Building أو ما يعرف بتوصيف النموذج Specification في كيفية التعبير عن النظرية الاقتصادية أو صياغة العلاقات الاقتصادية محل الدراسة بأسلوب رياضي، أي في صورة معادلة أو مجموعة من المعادلات أو المتباينات.

تختلف النماذج الاقتصادية وفقاً لطبيعة بناء و توصيف النموذج إلى نماذج رياضية Mathematical Models و نماذج قياسية Econometric Models، وما يعنينا هنا هي النماذج الاقتصادية الرياضية و كيفية توصيفها، و تحديد نوع النموذج الذي سنقوم ببنائه هل هو ديناميكي أم ستاتيكي، محدد أم غير محدد. فكما نعلم أن النماذج التي تستخدم في الشركات و لاتخاذ قراراتها التشغيلية، إما أن تكون نماذج برمجة رياضية، نماذج محاكاة، أو نماذج مدخلات/مخرجات. و عليه تكون هذه النماذج إما نماذج أمثلية، نماذج استكشافية، أو نماذج وصفية على التوالي⁽³⁵⁾.

تعنى دراستنا هذه بنماذج الأمثلية و البرمجة الخطية (من البرامج الرياضية) في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول البحري السعودي. و عليه نتناول الكيفية التي يتم بها بناء النموذج الرياضي، حيث تتضمن عملية توصيف النموذج وحل نماذج تحقيق التشغيل الأمثل بالبرمجة الخطية المراحل أو الخطوات الموضحة بالشكل رقم (4-2)، و التي نتناول كل منها فيما يلي:-

المرحلة الأولى : صياغة المشكلة :-

يقصد بصياغة المشكلة Problem Formulation التعريف بالمشكلة محل الدراسة و التي يراد وضع نموذج لحلها، و تحديدها تحديداً واضحاً دقيقاً و موجزاً في الوقت نفسه. و من المفيد في هذا الصدد صياغة المشكلة على هيئة سؤال يجعل المشكلة تبدو أكثر وضوحاً، حيث أن صيغة الاستفهام تقتضي وجود إجابة واضحة و محددة بالضرورة، و تكون الإجابة هنا هي الهدف من الدراسة.



شكل رقم (4-2) مراحل حل النموذج الرياضي للبرمجة الخطية

و تتصل عملية تحديد المشكلة بتحديد المصطلحات المستخدمة في صياغة المشكلة ذاتها، حيث أن التعريف مهم جداً في هذا المجال لجعل المصطلحات و المفاهيم قابلة للقياس، و لتوضيح معناها و المقصود منها⁽³⁶⁾. و على ذلك نقول بأنه عند تحديد مشكلة البحث يتعين مراعاة ما يلي:-

- 1- مراعاة الدقة والعناية في تحديد المشكلة باستبعاد العوامل التي لا تتناولها الدراسة و لا يحتويها النموذج.
 - 2- تعريف المصطلحات و المفاهيم المستخدمة في صياغة المشكلة بدقة و وضوح و الابتعاد عن العبارات الغامضة والغير واضحة.
 - 3- صياغة المشكلة على هيئة سؤال يتطلب إجابة واضحة محددة.
- أما عن المشاكل التي يمكن أن تثار في مجال النقل البحري و تشغيل السفن، فالأمثلة عليها كثيرة جداً. نورد منها على سبيل المثال لا الحصر ما يلي:-
- 1- المشاكل المتعلقة بخدمة السفينة منذ دخولها الميناء و حتى مغادرتها منه.
 - 2- المشاكل المتعلقة بتوزيع السفن على الخطوط الملاحية المختلفة و جدولة الإبحار، الخروج من الموانئ، والتخصيص الأمثل للعمل على الخطوط الملاحية المختلفة (محل الدراسة).
 - 3- المشاكل المرتبطة بمناولة البضائع منذ تفريغها من السفن و حتى تسليمها للعملاء.
 - 4- المشاكل المتعلقة بخدمة التجارة الخارجية و نقلها على سفن وطنية أو على سفن أجنبية.
 - 5- المشاكل المتعلقة بالتخصيص الأمثل للعمالة على السفن أو أرصفة الميناء أو في المخازن.
 - 6- المشاكل المتعلقة بتحديث الأسطول البحري وتعزيزه بالسفن الكبيرة والحديثة للاستفادة من الاعتبارات الاقتصادية للحجم و التكنولوجيا المتقدمة.
 - 7- المشاكل المرتبطة بالاستثمار في السفن و الموانئ و الترسانات.
 - 8- المشاكل المرتبطة بالتخزين و اختيار المناطق الملائمة داخل و خارج الميناء و تحديد مواقع هذه المخازن.

المرحلة الثانية : صياغة الأهداف :-

إن تحديد المشكلة من قبل الباحث أو القائم ببناء النموذج الرياضي يقوده إلى تحديد مماثل لأهدافه من وراء الدراسة. و يتطلب الأمر هنا إيجاد المعيار الذي سيتم على أساسه اختيار أفضل بديل من البدائل العديدة المتاحة. هذا التحديد للبدائل يدخل ضمن ما يعرف بنظرية

القرار Decision Theory⁽³⁷⁾ ويتم على أساسه حل المشكلة محل الدراسة. و الأهداف التي يضعها أي مشروع و يصبو لتحقيقها لا تخرج عن نوعين أساسيين من الأهداف هما⁽³⁸⁾:-

1- أهداف منضبطة Retentive Objectives: و يقصد بها الأهداف التي يتم توجيهها لحفظ موارد لها قيمة معينة (كالطاقة، الوقت، الحجم و النقد). و يمكن الإشارة إلى هذه الأهداف كمدخلات Inputs للنموذج.

2- أهداف مكتسبة: و التي يقصد بها مخرجات القرار Outputs.

و تكون مشكلة تحديد الهدف أو اختيار المعيار الذي يستخدم هنا من أهم المشاكل التي تواجهه متخذي القرار. فقد يكون المعيار هو تحقيق أقصى ربح في الأجل القصير أو تعظيم الأرباح في الأجل الطويل، أو تعظيم الإيرادات، أو غيرها من المعايير التي قد يهدف إليها التنظيم. و يعرف تحديد الهدف وصياغته ببناء دالة الهدف Building the Objective Function في نموذج البرمجة الخطية.

و عند بناء النماذج التي تخدم الشركات الملاحية، فإن الهدف (معيار التشغيل الأمثل الذي تناولناه مسبقاً) قد يكون واحداً مما يأتي⁽³⁹⁾:-

- 1- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر ربح ممكن.
- 2- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة بأقل تكلفة تشغيل.
- 3- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة بأكبر إيراد كلي ممكن.
- 4- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لنقل أكبر حمولة ممكنة.
- 5- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية.

6- تشغيل سفن الأسطول على الخطوط الملاحية المختلفة لتحقيق أكبر قيمة مضافة.

إضافة إلى ذلك هناك العديد من الأهداف الأخرى التي يتعين اختيار هدفاً محدداً منها، و الكفيل بإيجاد الحل الأمثل لمشكلة البحث التي أنشئ النموذج من أجلها.

المرحلة الثالثة : جمع البيانات :-

تتمثل الخطوة الثالثة من خطوات بناء النموذج الرياضي في جمع البيانات اللازمة للنموذج، والتي تختلف باختلاف طبيعة المشكلة المطروحة. فالبيانات اللازمة لدراسة الطلب على سلعة ما غير تلك اللازمة لتحليل أنماط الاستهلاك أو تسويق سلعة معينة أو غير ذلك، فالبيانات تختلف من مشكلة لأخرى. فبعد الانتهاء من تحديد الهدف، نتضح لنا نوعية

البيانات التي يتوجب جمعها عن المتغيرات التي يحتويها النموذج، و يتعين علينا عندها إعداد خطة لجمع البيانات و ترتيبها و تبويبها. هذا فضلاً عن تحديد ماهية البيانات، فهل هي بيانات سلاسل زمنية Time Series Data تصف سلوك المتغير عبر الزمن؟ أم هي بيانات مقطعية Cross Section Data تعطي القيم التي يجب أن يأخذها المتغير في لحظة زمنية معينة! أو حتى بيانات وهمية (صماء) Dummy Variables، و التي يفترض لها قيمة تحكمية⁽⁴⁰⁾.

هذا و يتعين بعد تحديد نوعية البيانات المناسبة للمشكلة محل الدراسة تحديد مصادر البيانات. أي هل يمكن الحصول على البيانات المطلوبة من المصادر الثانوية؟ و هي تلك التي تقوم بنشرها الهيئات و الأجهزة الإحصائية أو الحكومية، أم هل سيقوم الباحث بالحصول على البيانات اللازمة بمجهوده الخاص؟ أي بما يعرف بالمصادر الأولية أو الميدانية، هذا في حالة تعذر حصوله على البيانات اللازمة من المصادر الثانوية لأي سبب من الأسباب. و عند الاعتماد على المصادر الميدانية في الحصول على البيانات يلزم تحديد الطريقة التي ستتبع في الحصول عليها، هل هي طريقة الحصر الشامل Complete Enumeration؟ أم طريقة العينات Samples⁽⁴¹⁾؟. و تتضمن عملية جمع البيانات إضافة إلى كل ما سبق، عملية فهرسة البيانات و ترتيبها بالكيفية التي تخدم المشكلة و تسهل تطبيقها على المتغيرات الخاصة بالنموذج، هذا مع مراعاة دقة البيانات و صحتها بقدر الإمكان في سبيل الحصول على أفضل النتائج و أكثرها صحة.

و في مشكلة التشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي على الخطوط الملاحية المختلفة يلزمنا تحديد مجموعة من البيانات المتعلقة بسفن الأسطول السعودي من حيث الحمولة، و السرعة، فترات التشغيل، التوقف، عدد الرحلات، و غير ذلك. كما يتوجب الأمر الحصول على مجموعة أخرى من البيانات الخاصة بالخطوط الملاحية، الحمولات المتاحة للنقل، الموانئ الواقعة على كل خط ملاحى، و مسافات الإبحار. هذا إضافة إلى البيانات المتعلقة بالتشغيل و شحن البضائع من تكاليف و إيرادات و خلافة، و غير ذلك من البيانات التي سنتناولها و بالتفصيل في الأجزاء اللاحقة من الدراسة.

المرحلة الرابعة : تحديد المتغيرات و الثوابت و المعلمات :-

يهتم القائمون ببناء النماذج الرياضية بتحديد نوع المتغيرات التي يحتويها النموذج. و المتغير هو الظاهرة الاقتصادية المراد قياسها و التي تأخذ قيماً مختلفة (متغيرة)، و عليه

يعرف المتغير بأنه عبارة عن "الشيء الذي يمكن أن تتغير قيمته أي أنه يمكن أن يأخذ قيماً مختلفة" (42)، و لذلك فإنه يتم تمثيله برموز بدلاً من عدد محدد.

تنقسم المتغيرات بصفة عامة إلى متغيرات داخلية Endogenous و متغيرات خارجية Exogenous. المتغيرات الداخلية هي تلك التي تعمل داخل النطاق الاقتصادي، فتحدد قيمتها داخل النموذج من خلال معرفة قيم المعاملات و قيم المتغيرات الخارجية. و تعرف المتغيرات الداخلية بالمتغيرات التابعة Dependent Variables، و ذلك لكونها تتبع و تتأثر بالمتغيرات الخارجية. أما المتغيرات الخارجية فهي المتغيرات التي تعمل خارج النطاق الاقتصادي فتحدد قيمتها من قبل قوى خارجية أو خارجة عن النموذج. و تعرف المتغيرات الخارجية بالمتغيرات المستقلة Independent Variables، فهي تؤثر في المتغيرات الاقتصادية الداخلية و لكنها لا تتأثر بها. و إضافة إلى هذين النوعين من المتغيرات، هناك متغيرات أخرى تخضع لتقسيمات مختلفة. فهناك مثلاً متغيرات أساسية Basic و متغيرات غير أساسية Non-Basic، متغيرات عاطلة Slack و متغيرات إضافية Artificial، و غير ذلك.

و بالإضافة إلى تحديد متغيرات النموذج يتم أيضاً تحديد الثوابت، و التي يقصد بها الكميات الثابتة و التي لا تتغير قيمتها، فالثابت هو المقابل العكسي للمتغير. و هذا الثابت إذا لم نعط له قيمة محددة، فيمكنه اتخاذ أي قيمة عددية و عندها يصبح معلمة Parameter، لذا يقال عن المعلمة بأنها الثابت المتغير. و في نماذج البرمجة الخطية تفرض المتغيرات قيوداً Constraints معينة على الحل. و عليه فإنه في هذا المرحلة و بعد تحديد المتغيرات يتم وضع القيود اللازمة على المتغيرات و عرضها بشكل معادلات قابلة للحل.

المرحلة الخامسة : بناء النموذج الخاص بتحقيق الأمثلية :-

يتم في هذه المرحلة وضع النموذج الرياضي الكفيل بتحقيق الأمثلية، و ذلك بصياغة المشكلة محل الدراسة في قالب رياضي من خلال بناء دالة الهدف و القيود المفروضة، و من ثم ربط دالة الهدف بالمتغيرات الممثلة لقيود المشكلة المحددة مسبقاً و التي هي عبارة عن "التعبير الرياضي عن الحدود الموضوعية على الموارد و الناتجة عن الطبيعة الفنية للعملية الإنتاجية" (43). هذا و تأخذ دالة الهدف أحد شكلين و هما (44):-

1- التعظيم Maximization: أي إيجاد أعلى قيمة لدالة الهدف كتحديد أقصى ربح أو أكبر إيراد... و غير ذلك.

2- التنسية: أي إيجاد أدنى أو أقل قيمة لدالة الهدف كتحديد أقل تكلفة إنتاج أو أقل خسارة ممكنة.. وما إلى ذلك.

أما عن عملية وضع القيود في صورة معادلات أو متراجحات عند بناء النموذج فتعرف بـ "بناء قيود المشكلة" Building The Constraints. و على سبيل المثال، فإن من القيود الخاصة بتشغيل سفن الأسطول البحري ما يلي:-

- 1- قيود خاصة بفترة تشغيل كل سفينة.
- 2- قيود خاصة بالحمولات المتاحة على كل خط ملاحى.
- 3- قيود لا سالبة Non-negativity Constraints.

المرحلة السادسة : تحديد أسلوب الحل :-

في هذه المرحلة يتم اختيار الأسلوب و الخواريزم الملائم لحل النموذج الرياضي، حيث أن لكل مشكلة البرنامج الرياضي المناسب لحلها. ففي البرمجة الخطية محل دراستنا- يشترط أن تكون دالة الهدف خطية. و يكون الحل الأمثل في هذه الحالة هو أفضل قيمة يجب أن تأخذها دالة الهدف في ظل القيود المفروضة عليها، بحيث تأخذ دالة الهدف و كذلك القيود المفروضة صيغة العلاقة الخطية أي معادلات أو متراجحات من الدرجة الأولى، و إلا يكون اللجوء إلى البرمجة اللاخطية. و قد تتصف قيود النموذج بالخطية بينما لا تكون دالة الهدف كذلك عندها تستخدم البرمجة التربيعية.

هناك أيضاً البرمجة الصحيحة و هي برمجة خطية مع ضرورة أن تكون متغيراتها أعداداً صحيحة ، بمعنى عدم قابلية المتغيرات أو المخرجات للتجزئة و في الحالات التي لا تعطي فيها الكسور معنى عملي. أما عندما تتعرض متغيرات المشكلة لتغيرات من فترة زمنية لأخرى أي عندما يكون الزمن أحد المتغيرات الداخلة في النموذج فإن البرمجة الديناميكية تمثل الأسلوب الأنسب لحل المشكلة.

المرحلة السابعة : حل المشكلة على الحاسب الآلي :-

إذا كانت الثورة الصناعية Industrial Revolution قد أحدثت انقلاباً في أوروبا في منتصف القرن الثامن عشر، فإن القرن العشرين شهد انقلاباً مماثلاً، أحدثته الحاسبات الآلية Computers⁽⁴⁵⁾. فقد حدث و أن غير ظهور الحاسب الآلي كثير من المفاهيم و طور من معظم أساليب البحث، و ساعد على اجتياز عنصرى الزمان و المكان. فقبل استخدام

الحاسبات أو العقول الإلكترونية، كان من الصعب للغاية حل المشاكل المعقدة و النماذج الرياضية التي تحتوي عدد كبير من المعادلات و المعلمات. فلا شك أن إتمام عمليات كهذه يدوياً يتطلب وقتاً طويلاً وقد يتمخض عنه نتائج غير دقيقة.

كان استخدام الحاسبات الإلكترونية أكبر تطور حدث في تداول البيانات و المعلومات في القرن العشرين، فأدخلت الحاسبات في الوحدات الاقتصادية و الحكومية و توسع استخدامها في كافة المنظمات و الوحدات التجارية بمعدل مرتفع للغاية. و أصبحت من الأمور الشائعة الاستخدام حتى في المدارس و المرافق العامة، بل و حتى في المنازل و على نطاق الأسرة. فكان هذا التطور له أثره الكبير في استخدام الحاسبات كأداة هامة لتجميع البيانات و إجراء الدراسات و حل النماذج الرياضية المختلفة، بسرعة فائقة، و كفاءة عالية في الأداء.

و في مجال قطاع الصناعة البحرية، نجد للحاسبات الآلية دوراً بارزاً في تطوير مفهوم إدارة السفينة Ship Management و تشغيلها بما يرفع من مستوى إنتاجيتها و أدائها الاقتصادي، و يدعم مقدرة الشركات العاملة في هذا القطاع على تشغيل سفنها بكفاءة و فعالية (46). ففي بداية استخدام الحاسبات كانت الشركات الملاحية تستخدم هذه الحاسبات في أقسام محدودة كالمحاسبة و المخازن، أما بعد التطور السريع في الحاسبات الصغيرة و انخفاض تكاليفها، فقد أصبح الحاسب أداة أساسية في معظم نواحي و أنشطة النقل البحري.

هناك العديد من البرامج الجاهزة التي تتاح للمخططين و مشغلي السفن و التي تمكنهم من التخطيط و اتخاذ القرارات. بل يمكن القول بأن هناك أكثر من 100 من البرامج المختلفة التي تغطي موضوعات مختلفة و متنوعة من الصناعة البحرية (47)، و يكون على الشركة الملاحية أو الباحثون في هذا المجال فقط اختيار ما يناسب كل حالة و كل مشكلة من المشاكل التشغيلية التي تواجهها. في هذه المرحلة من مراحل بناء النماذج يتم استخدام برامج الحاسب الإلكتروني لحل المشكلة موضوع الدراسة. و بحل المشكلة و استخراج البيانات و تحليل النتائج يمكن تكوين خطة التشغيل ووضعها بعد ذلك موضع التنفيذ.

رابعاً - استخدامات النماذج الاقتصادية الرياضية في شركات الملاحة البحرية

لسم تكن الرياضيات بالنسبة للاقتصادي أو متخذ القرار في الوحدة الاقتصادية هدفاً في حد ذاتها، إنما هي مجموعة من الأدوات التي تسهل من عملية اشتقاق النظرية الاقتصادية و صياغتها. فالنظرية الاقتصادية Economic Theory هي بطبيعتها تحليلية وصفية، لذا لا تعطي وصفاً كاملاً للظاهرة الاقتصادية ذات العلاقات المتشابكة و المعقدة. و بوضع الافتراضات التي تبسط الواقع، فإنه يمكن بناء النماذج الرياضية التي تصور ذلك الواقع أو تساعد على اكتشاف بعض الخصائص للسلوك الاقتصادي، حيث تستخدم النماذج الاقتصادية و بفعالية سواء للأغراض التفسيرية أو التنبؤية، و لتأكيد العلاقات المتداخلة في الاقتصاد.

و وضعت الكثير من النظريات الاقتصادية بداية بأسلوب لفظي أو أدبي بحث، ثم ما لبث أن ثبتت قابليتها للنمذجة Modeling، فأعيد صياغتها بوضعها في شكل رياضي. فالنظرية الكنزية مثلاً وضعت في أول الأمر في شكل وصفي، و أعيدت صياغتها بواسطة الاقتصاديين الرياضيين على شكل معادلات رياضية⁽⁴⁸⁾. و لا يمكن أن ننكر كون تطور بناء النماذج الرياضية كان له دور كبير في توضيح الأفكار الكنزية حيث أصبح من الممكن تحديد العلاقة الكمية بين العديد من المتغيرات الأساسية بصورة أكثر دقة من تحديدها بالأسلوب اللفظي.

تستخدم النماذج الرياضية الاقتصادية لغة الرياضيات، وهي بذلك شأنها شأن النماذج الأخرى يمكن أن تكون وصفاً ثم تفسيراً للنظام الذي تمثله و بدقة. و الرياضيات هي "اللغة التي تفسر و تربط بين العلاقات المختلفة القائمة بين الأشياء القابلة للقياس"⁽⁴⁹⁾. و على الرغم من كون الرموز الرياضية قد تبدو أكثر صعوبة في الفهم من العبارات اللفظية، إلا أنها توفر درجة أعلى بكثير من التجريد و التلخيص Abstraction و الدقة Precision و الإحكام في تطبيقاتها. و النظرية الاقتصادية بطبيعتها ما هي إلا تجريد من العالم الواقعي الحقيقي، حيث تعتمد النظرية على الاختصار فتأسر التعقيدات في العلاقات محل الدراسة، بحيث تكفي فحسب لفهم الكيفية التي يؤثر فيها عنصر في الآخر. و لتقليص النظريات يستخدم الاقتصاديون النماذج الرياضية و التي هي بمثابة "ورق النسخ" Blue-print أو رسم تخطيطي لميكانيكية معقدة نحاول من خلاله تحري السبب والأثر وإظهار ما يحدث فعلاً⁽⁵⁰⁾. فالإقتصاد الحقيقي معقد لدرجة يصعب معها التفكير و منطقياً في كافة تفاصيله. الأمر الذي

يتطلب استخدام النماذج و التي تقدم لنا اقتصاد تخيلي أبسط و أقل واقعية يمثل و بوضوح الواقع الحقيقي.

و يمكن القول بأن لاستخدام الأساليب الرياضية في التحليل الاقتصادي و تطبيقاته العديد من المزايا، نذكر من أهمها الآتي⁽⁵¹⁾:-

1- يفرض المنطق الرياضي أو الأسلوب الرياضي على التحليل مزيداً من الدقة سواء في تحديد المتغيرات المؤثرة على سلوك الوحدة الاقتصادية أو في وضع الفرضيات و عرض النتائج.

2- يضمن الأسلوب الرياضي ترجمة الحجج اللفظية إلى حجج دقيقة ومتسقة، حيث يؤدي هذا الأسلوب إلى تفادي احتمال حدوث أي تعارض، ويزيل عدم الاتساق Inconsistency في التحليل الاقتصادي، كما ينقذنا من التجرد البحث.

3- يؤدي استخدام لغة الرياضيات في الدراسة الاقتصادية إلى تمكين الاقتصادي من وضع العلاقات المتداخلة و المتشابكة للاقتصاد ببسر وسهولة وعرضها بصورة أقرب إلى الفهم و الإقناع.

4- أدى استخدام المنطق الرياضي إلى بناء نماذج اقتصادية مهمة في مختلف أوجه النشاط الاقتصادي المتشعبة، وبالأخص في مجال التخطيط، حيث ساعدت النماذج على اشتقاق القوانين القادرة على التنبؤ Forecasting و التوقع.

و يرى الاقتصادي "ميلتون فريدمان" M.Friedman بأن صدق النظرية الاقتصادية لا يمكن الحكم عليه بوصف افتراضات هذه النظرية للواقع الفعلي، و لكن بمدى قدرتها على التنبؤ بدقة و معقولة باستخدام هذه الافتراضات⁽⁵²⁾. و بدون شك فإن النماذج الرياضية تكفل صحة و صدق النظرية الاقتصادية، طالما أن هذه النماذج تدعم من مقدرة النظرية على التنبؤ و رسم التوقعات المستقبلية. و يقول د. نبيل عويس في كتابه أصول "الاقتصاد الرياضي": "يمكن النظر إلى المدخل الرياضي للاقتصاد كوسيلة انتقال و التي يمكن أن تأخذنا من مجموعة من الفروض (نقطة الإقلاع) إلى مجموعة من النتائج أو المستخلصات (نقطة الوصول) بسرعة جيدة"⁽⁵³⁾. فالأسلوب الرياضي يمتاز بكونه يعطي القدرة على استيعاب كثير من المتغيرات و الحقائق التي يكل العقل في محاولة الإمام بها دفعة واحدة. و بوجود الحاسب الآلي و تطوره أصبح من الممكن اكتشاف العلاقات السببية بين عشرات

من المتغيرات بل وأكثر، و التوصل إلى الحلول المناسبة و استخلاص النتائج التي ما كان العقل البشري ليتمكن من التوصل إليها بدون الحاسبات.

فلقد كانت صياغة النظرية الاقتصادية في شكل رياضي من أهم الإنجازات العلمية في مجال علم الاقتصاد، و التي أدت بدورها إلى ظهور الاستخدامات الإحصائية (الاقتصاد القياسي). و لم يقتصر دور الرياضيات على علم الاقتصاد فحسب بل أصبح دورها كبير بالنسبة لعلم الإدارة والمحاسبة وغيرها من العلوم، كما تم تطوير الكثير من النماذج الرياضية لتخدم و بنجاح مجالات الإدارة و الاقتصاد المختلفة. و لما كانت صناعة النقل البحري إحدى الصناعات الأساسية و قطاعاً هاماً في الاقتصاد القومي، كان من الضروري أن يحظى باستخدام الرياضيات و بالتحديد النماذج الرياضية في سبيل النهوض بهذه الصناعة وفقاً لقواعد و أسس علمية.

ما هي صناعة النقل البحري ؟

إن صناعة النقل البحري Shipping Industry كما يعرفها "موربي" D.H.Moreby هي:- "الصناعة التي يرتبط عملها بالسفينة و تضم أصحاب المصالح مثل ملاك السفن Ship-owners و بناءو السفن Shipbuilders و الموانئ البحرية Sea ports و البنوك البحرية Marine Banks و سماسرة السفن Ship Brokers و التوكيلات الملاحية Shipping Agencies و شركات الشحن والتفريغ و النقل و التخزين و شركات التأمين البحري.. الخ " (54).

و نجد من هذا التعريف مدى اتساع صناعة النقل البحري و تعدد الأنشطة التي تحتويها هذه الصناعة. و هي بذلك تعد مجالاً واسعاً لتطبيق الأساليب الكمية و استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية.

و نظراً للأهمية التي يحظى بها قطاع النقل البحري في الاقتصاد القومي و كونه أحد أهم المرتكزات الأساسية للنمو الاقتصادي والاجتماعي، كان من الضروري النهوض بهذا القطاع بداية بالسفينة و حتى أرصفة الميناء و العاملين عليه بالتركيز على القوى المحركة لهذه الصناعة و المتمثلة في الشركات الملاحية. و يتطلب الأمر تحويل النظريات العلمية في اقتصاديات النقل البحري إلى تكنولوجيا و أساليب تحليلية قابلة للتطبيق العملي لتقييم أداء الأسطول البحري و العاملين عليه و به، و حل المشاكل التي تعوق من فعالية تشغيله. كل ذلك إنما يستدعى تبني الأساليب الكمية الحديثة و أهمها النماذج الرياضية.

تأثرت صناعة النقل البحري بالتطور السريع الذي حدث على المستوى العالمي و في كافة الجوانب الفنية و الإدارية و التشغيلية. و زاد الاعتماد على الحاسبات الآلية في عمليات تشغيل السفن و إدارة الموانئ و تداول البضائع و غيرها من الأنشطة المختلفة للنقل البحري. و بناء على ذلك تبرز أهمية استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية كأحد الوسائل التي يمكن تسخيرها لرفع كفاءة استخدام و تشغيل سفن الأسطول البحري. هذا و قد اهتمت الشركات الملاحية المالكة للسفن أو المشغلة لها بالسعي لاستخدام النماذج الرياضية، و الأساليب الكمية الحديثة، و اعتماداً على برامج الحاسبات الإلكترونية في سبيل رفع الكفاءة الإنتاجية، و الحصول على تشغيل أمثل لسفن أساطيلها البحرية.

انحصر استخدام النماذج الرياضية و تطبيقاتها على الصناعة البحرية حتى نهاية الحرب العالمية الثانية في الاستخدامات العسكرية (الحربية) فقط، وذلك عندما استخدمت البحرية البريطانية النماذج الرياضية و أساليب بحوث العمليات في تحديد حجم القوات البحرية المرافقة للسفن لكشف الغواصات المعادية في عرض البحر⁽⁵⁵⁾. بعد ذلك بدأ استخدام النماذج الرياضية في التطبيقات الميدانية لقطاع النقل البحري و في جوانبه المختلفة من سفن و موانئ و صناعات و خدمات بحرية.

في الوقت الحالي، يستجيب مديرو الشركات الملاحية و متخذو القرار فيها على نحو نموذجي باستخدام الحدس المكتسب من الخبرة و توقعاتهم المستقبلية في إدارة سفنهم و الأنشطة المرتبطة بتشغيلها، خاصة إذا ما كان لديهم عدد قليل من السفن للتشغيل. في هذه الحالة نجدهم يبلون بلاءً حسناً و بدون مساعدة النماذج الرياضية. و لكن مع زيادة عدد سفن الأسطول و زيادة المسارات و عدد الموانئ، فإن مشكلة اتخاذ القرار تصبح أكثر تعقيداً. يحتاج المسؤولون إلى اتخاذ القرارات الهامة و المتعلقة بأنواع السفن التي تبنيها الشركة أو تشتريها أو حتى تستأجرها، و كذلك المتعلقة بتخصيص سفنها على المسارات المختلفة، تحديد المسارات و الموانئ و السفن لكل مسار، السرعات المثلى، و تداخلات أخرى كثيرة تستحق وجود تحليلاً كمياً مكثفاً و جذرياً. فمن المؤكد أن عامل الخبرة و الحنكة الإدارية مهم جداً في فعالية القرار الواجب اتخاذه، إلا أن دقة المعلومات المتاحة و أساليب التحليل الحديثة أمر لا مفر منه لدعم متخذ القرار بما يؤكد صحة توقعاته، و يخفف من درجة تعقد عملية اتخاذ القرار.

تواجه الشركة الملاحية عناصر مختلفة لا بد من أخذها في الاعتبار، و عدد من البدائل المحتملة التي يصعب التعامل معها بدون اللجوء إلى استخدام النماذج الرياضية. و لعل

نماذج الأمثلية Optimization Models من أفضل الأساليب التي تساعد متخذ القرار بالشركة الملاحية على تقديم أفضل القرارات، و وضع السياسات المثلى لحل المشكلات التشغيلية لسفن الأسطول البحري. و يجدر بنا في هذا الصدد أن نشير إلى أن الإدارة الناجحة تتطلب فهم تلك العلاقات المتشابكة و القائمة بين المتغيرات التي تؤثر على شركاتها، وأن النماذج الرياضية لها العديد من المزايا التي تعود على مستخدميها في الشركات الملاحية، لعل من أهم هذه المزايا ما يلي:-

1- استخدام النماذج الرياضية يمكن متخذ القرار في الشركة الملاحية من وصف المشكلات التي تواجه تشغيل سفن أسطولها البحري، إضافة إلى تمكينه من دراسة العلاقات المتشابكة و المسببة لتلك المشكلات بصورة سهلة و قريبة للفهم.

2- يؤدي استخدام النماذج الرياضية في شركات الملاحة البحرية إلى النهوض بالعملية التشغيلية إلى مستوى الأداء الكفاء المطلوب و الوصول إلى مردود أو عائد اقتصادي متميز يحقق الأهداف الأساسية من الاستثمار في النقل البحري.

3- تقدم النماذج الرياضية لراسمي السياسات و متخذي القرار بشركات الملاحة أساساً موضوعياً يقيمون بناءً عليه سياساتهم البحرية، و يجرون في ضوءه المفاضلة بين السياسات البديلة المختلفة و إيجاد البديل الأمثل.

4- تفرض النماذج الرياضية على مستخدميها درجة عالية من الدقة لا تتوافر عادة في الصياغات اللفظية، حيث تترجم النماذج المشكلات الاقتصادية في صورة رقمية تعطي للمسؤولين صورة واضحة عن القرار الواجب اتخاذه. و بذلك تكون هناك دقة أكبر في وضع التعاريف و تحديد المتغيرات ذات الأثر الواضح على تشغيل الأسطول و مشاكل ربحيته. هذا فضلاً عن الدقة في الانتقال من الافتراضات إلى النتائج بطريقة منطقية و صريحة، ومن ثم الدقة في عرض النتائج و تحليلها و إيجاد الحلول.

5- تعد النماذج الاقتصادية الطريقة الأفضل لحل المشاكل المتعلقة بتخصيص الموارد و التي تتمكن الشركة الملاحية من خلالها من حل مشكلات التشغيل الأمثل لسفنها، الحجم الأمثل للسفينة، الجدولة و المسارات .. و غير ذلك من مشاكل الأمثلية بسرعة أكبر و دقة أعلى خاصة عند حل تلك النماذج بواسطة الحاسب الآلي.

6- إن استخدام النماذج الرياضية في تحليل الأداء الاقتصادي لشركات الملاحة البحرية و مشاكلها تقدم لأي شركة ملاحية نماذج طيعة قابلة للتطبيق تعطي تنبؤات و توقعات تساعد في عملية اتخاذ القرارات و وضع السياسات المختلفة.

و إن كانت استخدامات النماذج الرياضية في صناعة النقل البحري في العالم العربي قليلة و لازالت دون الطموحات، فإن استعمال هذه النماذج و الأساليب الكمية الحديثة في دراسة مشكلات النقل البحري و تقويم أداء الشركات الملاحية، و باستخدام الحاسب الآلي سوف تسجل في السنوات القادمة كفاءة أعلى و ربحية أكبر للشركات الملاحية من خلال تسهيل عمليات الاستخدام الأمثل للموارد، و من خلال تطوير مفهوم إدارة السفينة و النواحي الفنية و التشغيلية للأسطول البحري.

فصناعة النقل البحري عبارة عن منظومة متكاملة تعمل في إطارها مؤسسات النقل البحري المختلفة كمنظومات فرعية تتفاعل و تتعاون مع بعضها البعض لتحقيق أهدافها (56). و من الطبيعي أن تواجه هذه المؤسسات و هي بصدد تحقيقها لأهدافها الأساسية العديد من المشكلات و التي تتطلب إيجاد الحلول الملائمة لها. فهناك المشاكل الإنتاجية المتعلقة ببرامج الإنتاج و الاستخدام الأمثل للطاقة الإنتاجية، و هناك مشاكل الاستثمارات، و المشروعات الحالية و التي تحت الإنشاء، و مشاكل تتعلق بتشغيل و جدولة السفن و تشغيل الموانئ، فضلاً عن مشاكل الإحلال و المخزون. هذه المشكلات يمكن إيجاد حلول مثلى لها باستخدام النماذج الرياضية بسرعة أكبر و دقة أعلى، و تمكن الشركات الملاحية و بكفاءة أكثر من المضي قدماً في العمل نحو تحقيق أهدافها.

حواشي الفصل الرابع

- (1) - **سحاب، سالم أحمد:** مبادئ الرياضيات الجامعية في العلوم الإدارية، الطبعة الثانية، دار زهران للنشر و التوزيع، جدة، 1993، 2-3.
- (2) - **خير الدين، هناء:** الاقتصاد الرياضي، 1981، 3.
- (3) - **الفيزوقراط Physiocrates (حكومة الطبيعة) أو الطبيعيين** هم مجموعة صغيرة من الاقتصاديين . ظهرت في فرنسا في أواخر القرن السابع عشر و استمر فكرها ظاهراً في الحياة العملية خلال القرن الثامن عشر. و هم يعتقدون أن الطبيعة تحكم النشاط الاقتصادي و تسييره بانتظام .
- (4) - **عبد القادر، محمد عبد القادر:** طرق قياس العلاقات الاقتصادية مع تطبيقات الحاسب الإلكتروني، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990، 1.
- (5) - **أحمد، عبد الرحمن يسري:** تطور الفكر الاقتصادي، دار الجامعات المصرية، الطبعة الثانية، الإسكندرية، 1997، 163.
- (6) - **Bell, John Fred: A History of Economic Thought, 2nd Ed., The Ronald Press Company, New York, 1967, 683.**
- (7) - **آدم سميث** مؤسس علم الاقتصاد السياسي وأشد مؤيدي مدرسة الحرية من الكلاسيك. تعرف عليه ساي في الفترة التي عاشها في فرنسا و تأثر بأفكاره. وقد أثار كتاب سميث "ثروة الأمم" Wealth of Nations شغف ساي بعلم الاقتصاد، فنشر مؤلفه في الاقتصاد السياسي .
- (8) - **Bell, John Fred: Op. cit., 684-685.**
- (9) - **اعترف "كورنو" بأن هذه الطريقة في التحليل جذبتة في البداية و ذلك بغرض إدانة أصحاب النظريات المعروفين و الذين وضعوا أنفسهم و باتفاق واحد ضد استخدام الصور و الأساليب الرياضية (لمزيد من التفصيل يمكن الرجوع إلى: - المرجع السابق، 685).**
- (10) - **تنقسم المدرسة الحديثة إلى مجموعتين أحدهما تمثل المدرسة الرياضية، وعلى رأسها جوسن، جيفونز و فالراس، و الأخرى تعرف بالمدرسة النمساوية و يمثلها كل من منجر، فيرز و بافراك.**

- (11) - عمر،حسين: مرجع سابق، الكتاب الثاني، 727.
- (12) - Marshal,Alfred: Principles of Economics, 8 Ed.,The Mc-millan Press, 1982, ix.
- (13) - أحمد،عبد الرحمن يسري: مرجع سابق، 268.
- (14) - Marshal,Alfred: Op. cit., vii.
- (15) - Bahatia,H.L: History of Economic Thought , Vikas Publishing House, 4 Ed., 1982 ,
- (16) -أحمد،عبد الرحمن يسري: مرجع سابق، 268.
- (17) - تمثل المدرسة التاريخية الألمانية رد فعل لاتجاه المدرسة الكلاسيكية ، و قد ظهرت في ألمانيا على يد اقتصاديين مثل "فردريك ليست" F.List و "روشر" Rosher و "هلدبراند" Hildbrand و غيرهم ، و الذين قدموا طريقة في البحث و الدراسة عرفت باسم الطريقة التاريخية Historical Method أو الاستقرائية Industrial .
- (18) - هدي،محمد سليمان: مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، ص85.
- (19) - المؤسساتية أو الاقتصاد المؤسسي جماعة تعتقد بأن السلوك الجماعي و ليس السعر هو الموضوع المحوري لعلم الاقتصاد مؤكدين على العرف و العادة و القانون كأساليب لتنظيم الحياة الاقتصادية .
- (20) - Hillier,Fredrick S. and Lieberman,Gerald J.: Op. cit., 4.
- (21) - أمثال فردريك تيلور F.Taylor ، هنري فايول H. Fayol و جيلبرث Gilbrith ، و الذين تركزت أفكارهم في استخدام الطريقة العلمية في الإنتاج و تطبيق مبدأ التخصص.
- (22) - أبو عمة،عبد الرحمن و العث،محمد أحمد: البرمجة الخطية، الرياض، 1990، 5.
- (23) - عمر،حسين: المرجع السابق، 997.
- (24) - أحمد،عبد الرحمن يسري: مرجع سابق، 165.
- (25) - اسم للتجارب التي تمت في عام 1950 لحل مشاكل الوقاية الذرية .
- (26) - هدي،محمد سليمان: بحوث العمليات و تطبيقاتها في قطاع النقل البحري، مرجع سابق ، 5.
- (27) - Hillier,Fredrick S. and Lieberman,Gerald J.: Op. cit., 4.

- (28) - محمد، جلال عبد الوهاب: قاموس مصطلحات الكمبيوتر و المايكروكمبيوتر، جدة، 1987، 17-18.
- (29) - هدي، محمد سليمان: مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، 103.
- (30) - Kendal, M.G.: "Introduction to Model Building and Its Problems", In: Mathematical Model Building in Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969, 1.
- (31) - السيفو، وليد إسماعيل: المدخل إلى الاقتصاد القياسي، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل، 1988، 39.
- (32) - أحمد، عبد الرحمن يسري: التحليل الاقتصادي، مؤسسة الشباب الجامعي، الإسكندرية، 1985، 20.
- (33) - يمكن الرجوع إلى :
- السيفو، وليد إسماعيل: مرجع سابق، 47-54.
 - هدي، محمد سليمان: بحوث العمليات و تطبيقاتها في قطاع النقل البحري ، مرجع سابق، 11-15.
 - المعزاوي، علي عبد السلام: بحوث العمليات في مجالات الاستثمار - الإنتاج - النقل - التخزين ، دار الشروق، القاهرة، 1991، 92-96.
- (34) - هدي، محمد سليمان: المرجع السابق، 15.
- (35) - Nobel, A.S.: "Problem of building a model of a company", In: Mathematical Model Building In Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969, 1.
- (36) - الصباب، أحمد: أساليب و مناهج البحث العلمي في العلوم الاجتماعية، مكتبة المصباح، جدة، 1990، 52.
- (37) - Fabrycky, W.J. and Thuesen, G.J.: Economic Decision Analysis, Prentice - Hall, 1974, 266-271.
- (38) - هدي، محمد سليمان: المرجع السابق، 16-17.
- (39) - هدي، محمد سليمان: المرجع نفسه، 34-39.
- (40) - المتغيرات أو البيانات الوهمية هي تلك المتغيرات الغير قابلة للقياس الكمي كالديانة أو الجنس أو اللون ، والتي يفترض لها قيمة تحكمية عادة ما تكون الصفر أو الواحد لإيضاح أثرها على المتغير التابع .

- (41) - لمزيد من الإيضاح يمكن الرجوع إلى :- هدي، محمد سليمان: علم الإحصاء، الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1997، 26-29.
- (42) - أبو سدره، فتحي و المصري، زينب إسماعيل: الأسلوب الرياضي في الاقتصاد، مركز البحوث الاقتصادي، بنغازي، 1988، 15.
- (43) - القاضي، زياد عبد الكريم: مرجع سابق، 10.
- (44) - ماضي، محمد توفيق: مرجع سابق، 18-19.
- (45) - محمد، جلال عبد الوهاب: مرجع سابق، 16.
- (46) - عزب، محمد عبد المجيد: "مراجعة لبرامج الحاسب في تحسين اقتصاديات تشغيل السفن"، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، العدد 21، 1988، 20-22.
- (47) - Branch, Allan E.: Op. cit., 226-267.
- (48) - Bell, John Fred: Op. cit., 700.
- (49) - سحاب، سالم أحمد: مرجع سابق، 3.
- (50) - Hyman, David N.: Modern Microeconomics –Analysis and Applications, Time Mirror/ Mosby College Publication, 1986, 12.
- (51) - لمزيد من التفصيل :
- العيسوي، إبراهيم: مرجع سابق، 53.
- هدي، محمد سليمان: مناهج البحث الاقتصادي، مرجع سابق، 105-106.
- أبو سدره، فتحي و المصري، زينب إسماعيل: مرجع سابق، 14.
- (52) - هدي، محمد سليمان: المرجع السابق، 35.
- (53) - عويس، نبيل عطية: أصول الاقتصاد الرياضي، مكتبة الجلاء الحديثة، بورسعيد، 1984، 7.
- (54) - هدي، محمد سليمان: اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 1.
- (55) - رضوي، محمد نعيم: مرجع سابق، 317-319.
- (56) - مأمون، أحمد حسن: "دور البحث و التطوير في قطاع النقل البحري"، المؤتمر الدولي الثاني عن النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 13-15 مايو، 1991، 1.

الفصل الخامس

تطبيقات بعض النماذج الاقتصادية الرياضية
على سفن أسطول النقل البحري السعودي

الفصل الخامس

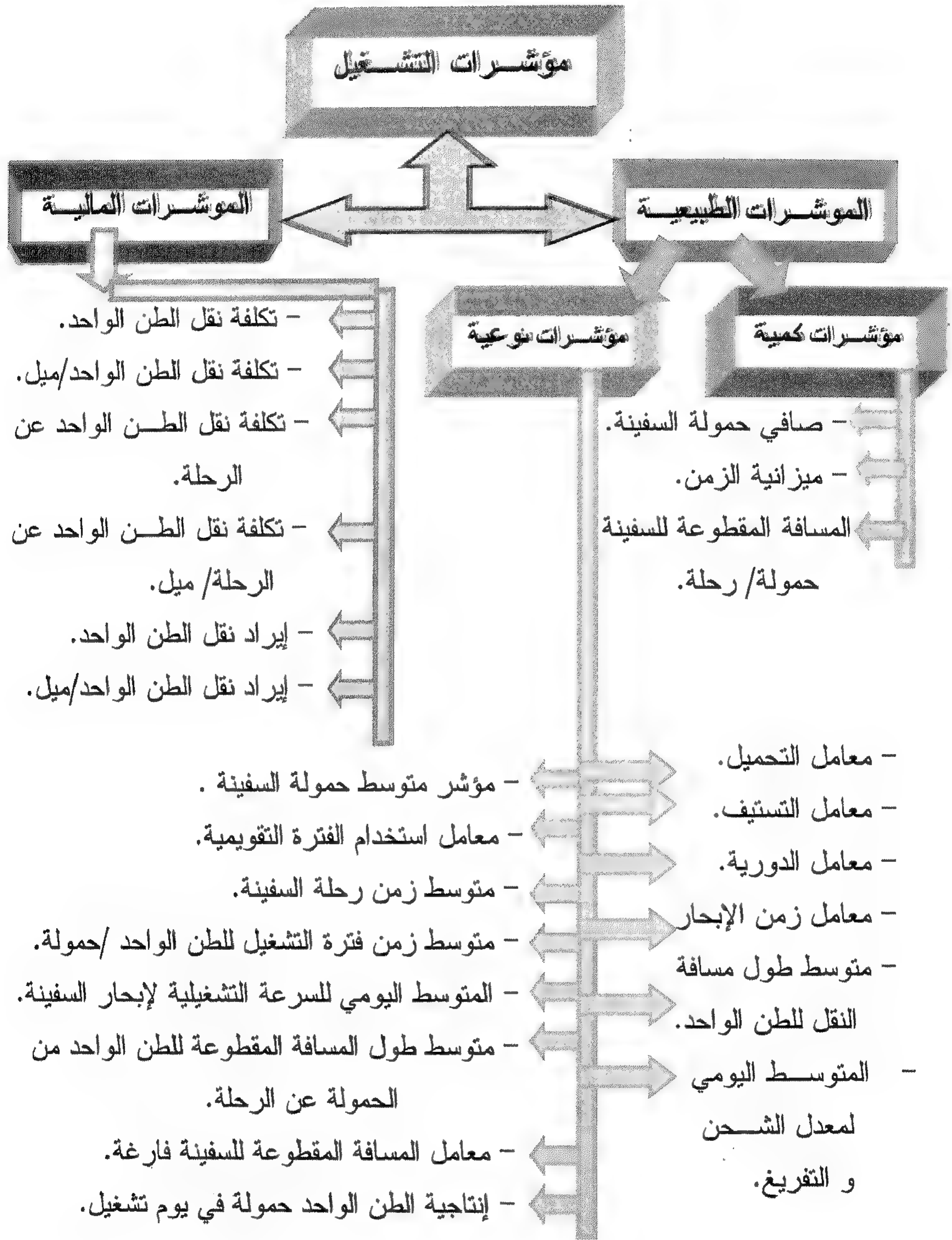
"تطبيقات بعض النماذج الاقتصادية الرياضية على أسطول النقل البحري السعودي"

أولاً - مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية OPTIMAL OPERATION INDEXES IN SHIPPING COMPANIES

تجذب اقتصاديات تشغيل سفن الأسطول البحري التجاري الاهتمام و بشكل كبير، و تعد موضوعاً يغطي نطاقاً واسعاً من المشكلات المتعلقة بعمليات تشغيل و إدارة السفن من جدولة Scheduling و مسارات Routing و تصميم للسفينة. و يتطلب التخطيط التشغيلي لسفن الأسطول، و تحقيق نتائج مثلى من تشغيل السفن استخدام البعض لمعايير Criteria و مؤشرات Indicators اقتصادية كالربحية و الإيرادات و التكاليف، و التي يتم بموجبها اتخاذ القرارات. هذا بينما يفضل البعض الآخر استخدام مؤشرات و معايير غير اقتصادية كالخدمات المقدمة و نوعيتها، وهي الحالة الأكثر شيوعاً⁽¹⁾.

و في دراستنا هذه للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول السعودي، ينبغي علينا التعريف بأهم المؤشرات التي يمكن من خلالها تقييم عمل الشركات الملاحية، و العمل على رفع كفاءة الأسطول و طاقته ليساهم بفعالية في أداء دوره المطلوب، سواء بزيادة فترات التشغيل أو خفض زمن التوقف و الزمن الغير إنتاجي، و الاستخدام الأمثل للإمكانيات المتاحة لتشغيل سفن الأسطول تشغيلاً أمثلاً بما يحقق الأهداف الأساسية لشركات الملاحة الوطنية.

تنقسم مؤشرات التشغيل في الشركات الملاحية⁽²⁾ إلى نوعين من المؤشرات: طبيعية و مالية. المؤشرات الطبيعية تنقسم بدورها إلى مؤشرات كمية و أخرى نوعية، حيث تحدد المؤشرات الكمية أو ما يعرف بالمؤشرات العامة حجم نشاط الأسطول البحري و حمولته و الزمن، في حين تحدد المؤشرات النوعية درجة استخدام الأسطول ونوعيته. أما المؤشرات المالية فتعكس الوضع المالي للشركة. و الشكل رقم (1-5) يوضح تقسيمات مؤشرات التشغيل الأمثل و التي سنتناول كل منها فيما بعد.



شكل رقم (5-1) مؤشرات التشغيل الأمثل في الشركات الملاحية

النوع الأول : المؤشرات الطبيعية

أ - المؤشرات الكمية (العامة) لتشغيل السفن :

تعرف المؤشرات الكمية بتلك المؤشرات التي يمكن تحديدها كمياً و إيجاد قيم و مقادير محددة تبين حجم الحمولة و الزمن و المسافة، ينعكس من خلالها إنتاجية سفن الأسطول البحري و كفاءة تشغيله. و تتمثل هذه المؤشرات في الآتي:-

1 - مؤشر صافي حمولة السفينة :-

صافي حمولة السفينة Net Deadweight هو عبارة عن الحمولة الوزنية للسفينة Deadweight Tonnage مطروحاً منها مياه الصابورة و الوقود و المياه العذبة، و هو مؤشر مهم في الدلالة على إنتاجية السفينة. و يتوقف مؤشر صافي حمولة السفينة على منطقة النقل و موسمية البضاعة المنقولة و طول الرحلة. و للحصول على الحمولة الفعلية التي يتم نقلها خلال العام ، يستخدم مؤشر وزن صافي الحمولة المنقولة و المتمثل بالمعادلة التالية :-

$$\text{وزن الحمولة المنقولة} = \frac{\text{وزن البضائع} \times \text{عدد أيام التشغيل}}{\text{عدد أيام السنة}}$$

فإذا سارت السفينة "عرفات" من ميناء انتويرب متجهة إلى ميناء جدة بحمولة 16978 طن، و كان عدد أيام التشغيل 27 يوماً، فإن:-

$$\text{مؤشر وزن الحمولة المنقولة} = \frac{27 \times 16978}{365}$$

$$= 1255.91 \text{ طن.}$$

و كلما زادت قيمة مؤشر وزن الحمولة التي تنقلها السفينة كلما دل ذلك على قدرتها على نقل كمية أكبر من البضائع خلال العام، مما يعني تحقيقها لمستوى إنتاجية و كفاءة أعلى في النقل.

2 - مؤشر ميزانية الزمن :-

تعرف ميزانية الزمن Time Budget بتوزيع الفترة التقويمية Calendar Period، و تتمثل في عملية توزيع أيام الفترة الزمنية (سنوي، نصف سنوي، ربع سنوي) على السفينة. و تنقسم ميزانية الزمن إلى قسمين: زمن السفينة في التشغيل، و زمن السفينة خارج التشغيل. أما عن زمن السفينة في التشغيل أو زمن الرحلة Voyage Time، فيتكون من زمن الإبحار و

زمن المكوث بالموانئ. و يتكون هذا الأخير من الزمن المستغرق في عمليات المناولة (الشحن و التفريغ) و الزمن المستغرق للعمليات المساعدة بالموانئ.

و للحكم على الإمكانيات الإنتاجية بالزمن، و بالتالي تحديد ميزانية الزمن يستخدم مؤشر حمولة السفينة / يوم تشغيل Ship tonnage/ days of operation، و يحسب على النحو التالي:-

$$\text{حمولة السفينة / يوم تشغيل} = \frac{\text{صافي حمولة السفينة}}{\text{عدد أيام التشغيل}}$$

و تتكون حمولة السفينة / يوم تشغيل من: حمولة السفينة / يوم إبحار، و حمولة السفينة/ يوم مكوث بالميناء. فإذا فرض و كانت البيانات الخاصة بسفينتين سعوديتين كما في الجدول التالي:-

جدول (5-1) بيانات مؤشر ميزانية الزمن لسفینتی الیمامة و ابن المعتز

السفينة	الشحنة	ميناء الشحن	زمن ميناء الشحن		ميناء التفريغ	زمن ميناء التفريغ		زمن الرحلة	
			ساعة	يوم		ساعة	يوم	ساعة	يوم
اليمامة	20748	الجبيل	8	6	دمياط	7	14	22	9
ابن المعتز	21796	الجبيل	13	7	الإسكندرية	14	14	5	10

فإن مؤشر حمولة السفينة " اليمامة " سيكون كالتالي:-

$$\text{حمولة / يوم إبحار} = 20748 \div 9.92 = 2091.53 \text{ طن/يوم.}$$

$$\text{حمولة / يوم مكوث بالميناء} = 20748 \div 20.63 = 1005.72 \text{ طن/يوم.}$$

$$\text{حمولة السفينة / يوم تشغيل} = 2091.53 + 1005.72 = 3097.25 \text{ طن/يوم.}$$

أما عن مؤشر حمولة السفينة " ابن المعتز " فيكون كالتالي:-

$$\text{حمولة / يوم إبحار} = 21796 \div 10.21 = 2134.77 \text{ طن/يوم.}$$

$$\text{حمولة / يوم مكوث بالميناء} = 21796 \div 22.12 = 985.35 \text{ طن/يوم.}$$

$$\text{حمولة السفينة / يوم تشغيل} = 2134.77 + 985.35 = 3120.12 \text{ طن/يوم.}$$

و بدون شك فإنه كلما زاد مؤشر ميزانية الزمن كلما دل ذلك على ارتفاع نسبة حمولة السفينة خلال فترة تشغيلها مما يعكس كفاءة أكبر و إنتاجية أعلى للسفينة، الأمر الذي يعني إنتاجية أعلى لسفينة ابن المعتز في المثال السابق.

3 - مؤشر المسافة المقطوعة للسفينة :-

تؤثر المسافة التي تقطعها السفينة Sailing Distance على زمن الإبحار و بالتالي على التكاليف و إنتاجية السفينة. و تقاس مسافة الإبحار للسفينة بالميل البحري، و تحسب بأقل مسافة صالحة للملاحة من جداول المسافات البحرية، حيث تتحدد رحلة السفينة بالميل البحري و ليس بالمسافة الفعلية التي تقطعها السفينة، فيتم حساب المسافة بأقصر مسافة صالحة للملاحة. و يتحدد الميل البحري بالرحلات الدائرية Round Trip، ومن هذه الرحلات تقسم الأميال التي تقطعها السفينة (محملة). يستخدم مؤشر حمولة / رحلة لتحديد إمكانيات الأسطول البحري، و إن كان هذا المؤشر و المعبر عن عدد الرحلات المنجزة لكل سفينة لا يمكن من خلاله استنتاج إمكانية النقل المحتملة للسفن المختلفة الحمولات. هذا كما و أن حساب الرحلة البحرية بالأميال البحرية فقط لا يعطي تفسيراً صحيحاً عن إمكانيات الأسطول المحتملة لنقل البضائع، لكونه مؤشر يساوي بين إمكانيات السفن ذوات الحمولات المختلفة. فكلما زادت قدرة السفينة على نقل حمولة أكبر نسبة إلى مسافة معينة تقطعها كلما دل ذلك على تحقيق إنتاجية أعلى للنقل.

يتمثل المؤشر الأنسب في هذه الحالة في الحمولة / ميل و الذي يحسب من حاصل قسمة حمولة السفينة بالأطنان على المسافة التي قطعتها سفن الأسطول لكل الرحلات التامة بالأميال البحرية. كما و أن هذا المؤشر يضيف حجم النقل الذي يمكن للسفينة إحرازه وفقاً للاستخدام الكامل للحمولة. أي أن مؤشر الحمولة / ميل = الحمولة بالطن ÷ المسافة التي قطعتها السفينة ذهاباً و إياباً (رحلة تامة).

تعمل سفينة " الفجيرة " على خط ملاحي يمر بثلاث موانئ رئيسية تفصل بينها المسافات التالية:-

- المسافة بين ميناء انتويرب و ميناء جدة = 3650 ميل .
- المسافة بين ميناء جدة و ميناء كراتشي = 1870 ميل .
- المسافة بين ميناء كراتشي و ميناء بومباي = 500 ميل .

فإن المسافة التي تقطعها السفينة للرحلة كاملة (ذهاباً و إياباً) تبلغ 12040 ميل. و إذا تم شحن السفينة في ميناء انتويرب بحمولة مقدارها 18828.83 طن، لتقوم بتفريغ 493.92

طن من حمولتها في ميناء جدة، ثم أتمت رحلتها إلى ميناء كراتشي لتفرغ 7185.93 متجهة إلى بومباي لتفريغ باقي البضاعة (11148.98 طن). في هذه الحالة يتم حساب مؤشر حمولة السفينة نسبة إلى المسافة المقطوعة على النحو التالي:-

$$\text{حمولة السفينة/ميل} = 500 \div 11148.98 + 1870 \div 18334.91 + 3650 \div 18828.83 = 5.159 + 9.805 + 22.298 = 83.69 \text{ طن/ميل تقريباً.}$$

ب - المؤشرات النوعية (النسبية) لتشغيل السفن :

تعبر المؤشرات النوعية عن تلك المؤشرات التي لا يتم تحديدها بمقادير و قيم ثابتة و محددة، إنما تكون على شكل نسب و معدلات تعكس درجة استخدام سفن الأسطول و طبيعة هذا الاستخدام، و تتمثل هذه المؤشرات في الآتي:-

1 - مؤشر متوسط حمولة السفينة :-

يستخدم متوسط حمولة السفينة Average Ship Tonnage كمؤشر لتقييم حمولة السفن في الفترة التقويمية، حيث تختلف الحمولة من سفينة لأخرى من سفن الأسطول البحري. و لحساب هذا المؤشر حالتين هما:-

الحالة الأولى :- متوسط حمولة السفينة العاملة: و يعتبر مؤشر مهم يعكس التكوين النوعي لسفن الأسطول العامل على الخطوط المختلفة، فيشير إلى حمولة السفينة خلال فترة تشغيلها مبحرة كانت أم مأكثة في الميناء.
متوسط حمولة السفينة العاملة =

$$\frac{\text{مجموع (صافي حمولة السفينة} \times \text{فترة التشغيل)}}{\text{إجمالي فترة التشغيل}}$$

الحالة الثانية :- متوسط حمولة السفينة أثناء مكوئها بالموانئ: و يعبر هذا المؤشر عن الجزء من حمولة كل سفينة عاملة خلال فترة بقائها في الميناء.
متوسط حمولة السفينة أثناء مكوئها بالموانئ =

$$\frac{\text{مجموع (صافي حمولة السفينة} \times \text{فترة المكوئ بالميناء)}}{\text{إجمالي فترة المكوئ بالموانئ}}$$

إذا كانت ثلاث سفن هي: "سعودي درعيه"، "سعودي حائل"، و "سعودي رياض" تعمل وفقاً للجدول التالي:-

جدول رقم (5-2) بيانات مؤشر صافي حمولة السفينة

اسم السفينة	صافي حمولة السفينة	سفينة/يوم		إجمالي فترة التشغيل
		إبحار	مكوث بالميناء	
سعودي درعيه	15209	36	11	47
سعودي حائل	13152	33	26	59
سعودي رياض	8787	45	20	65

$$\text{متوسط حمولة السفينة العاملة} = \frac{65 \times 8787 + 59 \times 13152 + 47 \times 15209}{65 + 59 + 47}$$

$$= \frac{2061946}{171} = 12058.16 \text{ طن}$$

متوسط حمولة السفينة أثناء مكوثها بالميناء =

$$= \frac{20 \times 8787 + 26 \times 13152 + 11 \times 15209}{20 + 26 + 11}$$

$$= \frac{684991}{57} = 12017.39 \text{ طن}$$

إن قدرة السفينة على نقل حمولة أكبر خلال فترة تشغيلها مبحرة كانت أم بالموانئ يعكس كفاءة أكبر و درجة استخدام أفضل للسفينة خلال فترة زمنية معينة، وبالتالي فإن زيادة مؤشر متوسط حمولة السفينة يعكس استخدام أفضل للسفينة، و العكس بالعكس. و بدون شك فإن زيادة مؤشر الحمولة خلال فترة التشغيل عنه خلال فترة المكوث بالميناء يمثل إنتاجية أعلى للسفينة.

2 - مؤشر معامل استخدام الفترة التقويمية :-

يعتبر معامل استخدام الفترة التقويمية مؤشراً مهماً للتعبير عن المستوى الفني لتشغيل السفن، حيث يحدد درجة استخدام السفينة للزمن، و الفترة الزمنية لتشغيل السفينة من الفترة التقويمية، و بالتالي حجم النقل و حمولة السفينة. و بدون شك فكلما زادت قيمة هذا المؤشر دل ذلك على استخدام أفضل لحمولة السفينة و إنجاز أكبر لعمليات النقل. و يحسب المعامل للسفينة الواحدة بالمعادلة التالية:-

$$\text{معامل استخدام الفترة التقويمية} = \frac{\text{زمن السفينة في التشغيل}}{\text{الفترة التقويمية}}$$

لأما بالنسبة لمجموعة السفن فيحسب :-

$$\text{معامل استخدام الفترة التقويمية} = \frac{\text{مجموع (حمولة السفينة} \times \text{فترة التشغيل)}}{\text{مجموع (حمولة السفينة} \times \text{الفترة التقويمية)}}$$

و بافتراض حالة ثلاثة سفن: "اليمامة"، "ابن المعتز"، و "الأحمدية" كما يلي:-

جدول رقم (3-5) بيانات مؤشر معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة

السفينة	الحمولة بالطن	فترة التشغيل		الفترة التقويمية
		ساعة	يوم	
اليمامة	23741	10	97	120
ابن المعتز	23618	-	98	100
الأحمدية	15763	12	80	90

فإن معامل استخدام الفترة التقويمية لسفينة "اليمامة" مثلاً سيكون = $\frac{97.42}{120} = 81.18\%$

لما معامل استخدام الفترة التقويمية للأسطول فيكون:-

$$= \frac{80.5 \times 15763 + 98 \times 23618 + 97.42 \times 23741}{90 \times 15763 + 100 \times 23618 + 120 \times 23741}$$

$$= \frac{5896333.7}{6629390} = 88.94\%$$

3 - مؤشر متوسط زمن رحلة السفينة :-

يتمثل هذا المؤشر في طول فترة تشغيل السفينة منسوبة إلى عدد الرحلات المنجزة للسفينة، بحيث يعكس انخفاض هذا المؤشر إنتاجية أكبر للسفينة لإنجازها الرحلة في وقت أقل نسبياً. و لتحليل نشاط الأسطول و مراعاة الاختلاف في حمولات مجموعة السفن المكونة للأسطول يتعين الأخذ بحمولة كل سفينة في الحساب، ليتم تحديد هذا المؤشر على النحو التالي:-

متوسط زمن رحلة السفينة =

$$\frac{\text{مجموع (زمن فترة تشغيل كل سفينة} \times \text{حمولة السفينة)}}{\text{مجموع (عدد الرحلات لكل سفينة} \times \text{حمولة السفينة)}}$$

إذا كان عدد رحلات كل سفينة من سفن الأسطول المدرجة في المثال السابق (اليمامة، ابن المعتز، الأحمدية) هي: 2، 3، 5 على التوالي، فإن متوسط زمن رحلة السفينة للأسطول سيكون:-

$$\frac{5589633.7}{197151} = \frac{15763 \times 80.5 + 23618 \times 98 + 23741 \times 97.42}{15763 \times 5 + 23618 \times 3 + 23741 \times 2} = 28.35 \text{ يوم}$$

و إذا ما أردنا الحكم على إنتاجية كل سفينة على حدة بحساب متوسط الزمن المستغرق في الرحلة، فإن مؤشرات زمن الرحلة ستكون كالتالي:-

$$\begin{aligned} \text{مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "اليمامة"} &= \frac{97.42}{2} = 48.71 \text{ يوم} \\ \text{مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "ابن المعتز"} &= \frac{98}{3} = 32.67 \text{ يوم} \\ \text{مؤشر متوسط زمن رحلة سفينة "الأحمدية"} &= \frac{80.5}{5} = 16.1 \text{ يوم} \end{aligned}$$

و على ذلك يتضح أن درجة استخدام فترة التشغيل لسفينة "الأحمدية" تفوق سواها من حيث إنجازها للرحلة في زمن أقل.

4 - مؤشر متوسط زمن فترة التشغيل للطن من الحمولة :-

يعبر هذا المؤشر عن الزمن الذي تستغرقه السفينة في التشغيل للطن الواحد المنقول من حمولة السفينة Operating time/ Ton. و عليه يتحدد بقسمة حاصل ضرب الحمولة المنقولة في عدد أيام التشغيل على صافي الحمولة، أي أن متوسط زمن فترة التشغيل /طن من الحمولة = $\frac{\text{الحمولة المنقولة} \times \text{عدد أيام التشغيل}}{\text{صافي حمولة السفينة}}$

فإذا كان صافي حمولة السفينة "فاضل عرب" 6705 طن، و قامت بنقل حمولة 6024 طن من الجبيل إلى الحديدة ، لتبلغ فترة تشغيلها 39 يوم، فإن:-

$$\text{متوسط زمن فترة التشغيل/طن من الحمولة} = \frac{39 \times 6024}{6705} = 35.04 \text{ يوم/طن}$$

و كلما انخفض هذا المؤشر كلما دل على درجة استخدام أفضل للسفينة بنقلها حمولتها خلال زمن أقل من فترة تشغيلها، و العكس بالعكس.

5 - مؤشر معامل زمن الإبحار :-

يشير هذا المعامل إلى الفترة من زمن التشغيل التي تكون فيها السفينة في حالة الإبحار منسوبة إلى زمن التشغيل لكل رحلة. حيث يعكس ارتفاع هذا المؤشر استخدام أفضل لزمن الرحلة لزيادة الزمن المستغرق في الإبحار عن ذلك الذي تستغرقه السفينة مأكثة بالموانئ، و العكس في حالة انخفاضه. فإذا بلغت فترة تشغيل السفينة "سعودي قصيم" 80 يوم، أبحرت

فيها فترة 56 يوم ، فإن :-

$$\text{مؤشر معامل زمن الإبحار} = \frac{\text{زمن إبحار السفينة}}{\text{زمن الرحلة}} = \frac{56}{80} = 0.7$$

بمعنى أن السفينة "سعودي قصيم" تستغل 70% من زمن رحلتها مبحرة، و هي نسبة تمثل استخداماً أفضل للزمن مقارنة مثلاً بحالة السفينة "سعودي مكة" و التي تبخر لمدة 33 يوم من إجمالي 59 يوم للرحلة، ليبلغ معامل زمن إبحارها بذلك 0.56، أي أنه تستخدم 55% من زمن الرحلة في الإبحار.

6 - مؤشر معامل التحميل :-

معامل التحميل Loading Factor هو عبارة عن كمية البضاعة المنقولة مقسومة على صافي حمولة السفينة. فإذا أبحرت السفينة "سعودي تبوك" من ميناء سنغافوره بحمولة 15120 طن متجهة لميناء دبي لتفرغ 12924 طن، و تشحن 2783 طن. و في ميناء جدة قامت السفينة بتفريغ 9280 طن من حمولتها، و شحنت 2131 طن، مبحرة إلى الدمام. فإذا كان صافي حمولة السفينة 15209 طن، فإن معامل التحميل العام يتم حسابه كالتالي:-

$$\text{معامل التحميل في ميناء سنغافوره} = \frac{15120}{15209} = 0.99$$

$$\text{معامل التحميل في ميناء دبي} = \frac{12862}{15209} = 0.85$$

$$\text{معامل التحميل في ميناء جدة} = \frac{5713}{15209} = 0.38$$

$$\text{معامل التحميل العام} = \frac{0.99 + 0.85 + 0.38}{3} = 0.74$$

و يصعب حساب هذا المؤشر في حالة استخدام حمولة السفينة عن رحلة تتضمن عدة موانئ تربط بينها مسافات مختلفة، يتم من خلالها مناولة البضائع و العودة إليها مرة أخرى للشحن أو التفريغ، و ذلك لاختلاف الشحنات التي تحملها السفينة في كل ميناء من الموانئ. و لذلك يتم الاستعانة بمعامل استخدام حمولة السفينة كمؤشر بديل في هذه الحالة، و الذي يتحدد وفقاً للمعادلة التالية:-

$$\text{معامل استخدام حمولة السفينة} = \frac{\text{الحمولة المنقولة بين كل مينائين} \times \text{المسافة بينهما}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{المسافة الكلية للرحلة}}$$

فإذا كانت المسافة التي تقطعها السفينة من سنغافورة إلى دبي تبلغ 3466 ميل، و المسافة بين مينائي دبي و جدة 2285 ميل، و بين جدة و الدمام 2464 ميل، فإن معامل

استخدام حمولة السفينة (معامل التحميل) يساوي:-

$$= \frac{2464 \times 5713 + 2285 \times 12862 + 3466 \times 15120}{(2464 + 2285 + 3466) \times 15202}$$

$$0.77 = \frac{95872422}{124941935} =$$

و بدون شك فإنه كلما زادت قيمة معامل استخدام السفينة (التحميل) كلما دل ذلك على تحقيق كفاءة أكبر في تشغيل السفينة، و استخدامها استخداماً أفضل على هذا الخط الملاحي.

7 - مؤشر معامل التستيف :-

يعرف معامل التستيف Stowage Factor لأي بضاعة بعدد الأمتار (الأقدام) التكعيبية Cubic Meters (Feet) التي يمكن للطن من البضاعة أن يشغلها⁽³⁾. و لكل شحنة أو بضاعة معامل التستيف الخاص بها وفقاً لنوعها و حجمها و طبيعتها. و يعرف معامل التستيف بمعامل استخدام سعة السفينة، حيث يتحدد بعلاقة تناسبية بين حجم الحمولة المنقولة بالمتر المكعب و بين سعة السفينة بالمتر المكعب. و يحسب هذا المعامل بإيجاد حاصل ضرب وزن الأجزاء المختلفة من الشحنة بالطن في حجم النقل لكل نوع من الشحنة بالمتر المكعب ، ثم قسمة ناتج حاصل الضرب على سعة السفينة. فإذا فرض و قامت السفينة "سعودي هفوف"، و التي سعتها 66640 متر مكعب بشحن 8624 طن من لفائف الورق، يتطلب الطن الواحد منها 1.8 متر مكعب، فإن:-

$$\text{مؤشر معامل التستيف} = \frac{1.8 \times 8624}{66640} = \frac{15523.2}{66640} = 0.23$$

و بدون شك فإنه كلما زاد مؤشر معامل التستيف كلما دل ذلك على كفاءة أكبر و استخدام أمثل لسعة السفينة، فلتحقيق عملية ناجحة لشحن البضائع يتعين العمل على استغلال كل متر مكعب من فراغ عنبر السفينة، و تستيفه بالبضاعة بالشكل الذي يحقق حسن استخدام البضاعة و سعة السفينة دون التأثير على سلامتها⁽⁴⁾.

8 - مؤشر معامل الدورية :-

يمثل هذا المؤشر العلاقة بين الكمية العامة للشحنة في الرحلة و متوسط كمية الشحنة الموجودة على السفينة خلال زمن الرحلة، حيث يمكن للسفينة تغيير تحميلها عدة مرات وفقاً للموانئ التي تعمل على خدمتها خلال زمن رحلتها المقطوعة، و كلما زاد معامل الدورية كلما دل على استخدام أفضل للسفينة.

فإذا كانت الكميات المحملة و المفرغة في مسار رحلة السفينة "سعودي رياض" على النحو المبين بالجدول اللاحق رقم (4-5):-

$$\text{فإن مؤشر معامل الدورية} = \frac{23868}{8 \div 61055} = \frac{23868}{6783.8} = 3.518$$

جدول رقم (4-5) بيانات مؤشر معامل الدورية لرحلة السفينة سعودي رياض

الميناء	لبضاعة المحملة	البضاعة المفرغة	الشحنة المنقولة
نيو أورلينز	2194	0	2194
هيوستن	2931	1987	3138
سفانا	1770	155	4783
نورفورك	3073	0	7826
بالتيمور	2714	391	10149
نيويورك	4250	465	13934
جدة	6404	8328	12010
لبي	532	5491	7051
الدمام	0	7051	0
الإجمالي	23868	23868	61055

9 - مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة :-

يتمثل مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة وهي فارغة في نسبة المسافة المقطوعة، أو عدد الأميال التي تبحرها السفينة فارغة إلى إجمالي المسافة التي تقطعها السفينة بالأميال. إن إبحار السفينة فارغة يعني قطعها لمسافة واستغراقها لفترة زمنية تكون فيها غير منتجة، و عليه فإنه كلما قصرت هذه المسافة كلما كان ذلك أفضل، و كلما دل على إنتاجية أفضل للسفينة. فإذا أبحرت السفينة "سعودي أبها" من جدة فارغة إلى السويس مسافة 622 ميل، ثم إلى ميناء نورفورك قاطعة مسافة 5351 ميل، لتسحن بضائعها من نيو أورلينز مرة بعدد من

الموانئ، لتنتهي رحلتها في ميناء الدمام قاطعة مسافة 18453 ميل، فإن مؤشر معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة يكون:-

$$0.32 = \frac{5351 + 622}{18453} = \frac{\text{المسافة التي تقطعها السفينة فارغة}}{\text{المسافة العامة المقطوعة}}$$

10 - مؤشر متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد :-

يعبر هذا المؤشر عن ناتج قسمة حاصل ضرب الكمية المنقولة بالطن في المسافة التي تقطعها السفينة على حجم الشحنات المنقولة، أي أن:-

$$\text{متوسط طول مسافة نقل الطن الواحد} = \frac{\text{الكمية المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}{\text{حجم الشحنات المنقولة}}$$

يمثل انخفاض هذا المؤشر تشغيلاً أفضل للسفينة و استغلالاً للمسافة المقطوعة بتحقيق خدمة نقل أكبر. فإذا قطعت السفينة "إسراء" مسافة 243 ميل مبحرة من ميناء الكويت إلى ميناء رأس تنورة بحمولة تبلغ 25000 طن، لتشحن 30000 طن أخرى متجهة إلى بومباي مسافة 1393 ميل لتفريغ كامل الحمولة هناك، فإن متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد يساوي:-

$$= \frac{1393 \times 30000 + 243 \times 25000}{55000}$$

$$= \frac{41790000 + 6075000}{55000} = \frac{47865000}{55000} = 870.27 \text{ ميل/طن.}$$

11 - مؤشر متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة :-

يتمثل هذا المؤشر في ناتج قسمة المسافة المقطوعة للسفينة على عدد الرحلات لهذه السفينة، حيث يدل انخفاضه على كفاءة أكبر و إنجاز للرحلات بمسافة أقل و العكس بالعكس. أي أنه لو سارت الناقل "هيدرا ستار" مسافة 19542 ميل لقضاء 6 رحلات، فإن متوسط طول مسافة الرحلة الواحدة يكون 3257 ميل/رحلة. و بالنسبة لمجموع السفن المكونة للأسطول البحري يتحدد هذا المؤشر على النحو التالي:-

$$\text{متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة} =$$

$$\frac{\text{مجموع (الحمولة المنقولة للسفينة} \times \text{المسافة التي تقطعها السفينة)}}{\text{مجموع (الحمولة المنقولة للسفينة} \times \text{عدد رحلات السفينة)}}$$

فبافتراض أن الأسطول يتكون من ثلاثة ناقلات فقط، بياناتها ممثلة بالجدول التالي:-

جدول رقم (5-5) بيانات مؤشر متوسط المسافة المقطوعة للطن من الحمولة للرحلة

السفينة	الحمولة المنقولة	المسافة المقطوعة	عدد الرحلات
هيدرا ستار	20578	8952	6
ليبرا ستار	18790	10780	4
جيميبي ستار	30500	7597	5

فإن متوسط طول المسافة المقطوعة للطن من الحمولة عن الرحلة يكون :-

$$= \frac{7597 \times 30500 + 10780 \times 18790 + 8952 \times 20578}{5 \times 30500 + 4 \times 18790 + 6 \times 20578}$$

$$= \frac{618478956}{351128} = \frac{231708500}{152500} + \frac{202556200}{75160} + \frac{184214256}{123468}$$

$$= 1761.41 \text{ ميل / رحلة تقريباً .}$$

12 - مؤشر المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة :-

تحدد السرعة التشغيلية Operational Speed الزمن الذي تستغرقه السفينة في الرحلة. و السرعة التشغيلية لإبحار السفينة هي عبارة عن المسافة التي تقطعها السفينة مقسومة على زمن الإبحار عن الرحلة الواحدة. و عليه فكلما أنجزت السفينة رحلتها بسرعة أكبر كلما كان ذلك أفضل. فإذا قطعت السفينة "سعودي أبها" مسافة 18453 ميل في 43 يوم إبحار، فإن متوسط السرعة التشغيلية للسفينة يكون:-

متوسط السرعة التشغيلية للسفينة =

$$\frac{\text{المسافة التي تقطعها السفينة}}{\text{زمن الإبحار}} = \frac{18453}{43} = 429.12 \text{ ميل / يوم}$$

أما بالنسبة لعدد من الرحلات فيتم حساب السرعة التشغيلية لإبحار السفينة بقسمة مجموع المسافات المقطوعة للرحلات المختلفة مقسوماً على إجمالي زمن الإبحار في تلك الرحلات. و لاختلاف حمولات السفن المكونة للأسطول البحري فإنه عند حساب المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة يؤخذ بالحمولة المنقولة لكل سفينة في الاعتبار. فإذا كانت "سعودي مكة" تبحر مسافة 14702 ميل خلال 33 يوم بحمولة 46550 طن، فإنه يتم

حساب هذا المؤشر وفقاً للمعادلة التالية:-

المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفن =

$$\frac{\text{مجموع (الحمولة المنقولة لكل سفينة } \times \text{ المسافة التي تقطعها)}}{\text{مجموع (الحمولة المنقولة لكل سفينة } \times \text{ زمن إبحارها)}}$$

$$= \frac{1518010828}{3478718} = \frac{14702 \times 46550}{33 \times 46550} + \frac{18453 \times 45176}{43 \times 45176}$$

$$= 436.37 \text{ ميل/يوم .}$$

13 - مؤشر المتوسط اليومي للشحن و التفريغ :-

يمكن حساب مؤشر المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ Daily Average Of Loading & Discharging Ratio بأسلوبين. فاما أن يكون بحساب المتوسط اليومي الصافي، أو يكون بحساب المتوسط الإجمالي لمعدل الشحن و التفريغ بالسفينة، على النحو التالي:-
إجمالي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ =

$$\frac{\text{كمية البضاعة المراد شحنها أو تفريغها } \times 2}{\text{عدد أيام المكوث بالموانئ لعمليات الشحن و التفريغ و العمليات المساعدة}}$$

صافي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ =

$$\frac{\text{كمية البضاعة المراد شحنها و تفريغها } \times 2}{\text{عدد أيام المكوث بالموانئ لعمليات الشحن و التفريغ فقط}}$$

فإذا كانت رحلة السفينة " الفازابي " لتفريغ 18780 طن، و شحن 10600 طن تستدعي المكوث بالموانئ لفترة تبلغ 12 يوم، منها 9 أيام للشحن و التفريغ، و الباقي للعمليات المساعدة، فإن المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ سيكون كالتالي:-

$$\text{- إجمالي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ} = \frac{2 \times 29380}{12} = 4896.67 \text{ طن/يوم.}$$

$$\text{- صافي المتوسط اليومي لمعدل الشحن و التفريغ} = \frac{2 \times 29380}{9} = 6528.89 \text{ طن/يوم.}$$

و بدون شك، فإن ارتفاع معدل الشحن و التفريغ اليومي يدل على كفاءة و إنتاجية أكبر للسفينة، و إنجاز أسرع لعمليات مناولة البضائع، الأمر الذي يقلل من فترة مكوث السفينة بالموانئ.

14 - مؤشر إنتاجية الطن الواحد حمولة في يوم تشغيل :-

تعد الإنتاجية Productivity أحد العوامل المؤثرة و المحددة لطاقت النقل Transport Capacity للأسطول، و التي تحسب بقسمة إجمالي الأطنان الميالية للبضاعة المنقولة على

حمولة السفينة (5). و لقياس كفاءة تشغيل الأسطول و إنتاجيته يستخدم مؤشر إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، و الذي يمكن أن يتمثل في أحد مؤشرين: إجمالي إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، و صافي إنتاجية الطن الواحد لكل يوم تشغيل.

- إجمالي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل =

$$\frac{\text{الحمولة المنقولة بين مينائين} \times \text{المسافة المقطوعة بين المينائين}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{فترة التشغيل}}$$

و يمكن التعبير عن هذا المؤشر أيضاً بمعادلة أخرى، حيث يكون إجمالي إنتاجية الطن الواحد لكل يوم تشغيل مساوياً معامل التحميل مضروباً في كل من المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة و معامل زمن الإبحار.

- صافي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل =

$$\frac{\text{الحمولة المنقولة بين مينائين} \times \text{المسافة المقطوعة بين المينائين}}{\text{صافي حمولة السفينة} \times \text{زمن الإبحار}}$$

و يعبر عنه أيضاً بحاصل ضرب معامل التحميل في المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة.

و بالرجوع إلى المثال الوارد في الفقرة رقم (5) للسفينة "سعودي تبوك"، فإنه إذا استغرقت الرحلة 18 يوم منها 12 يوم إبحار، فإن إجمالي إنتاجية الطن الواحد لكل يوم تشغيل يساوي:-

$$= \frac{2464 \times 5713 + 2285 \times 12862 + 3466 \times 23003}{18 \times 15209}$$

$$= \frac{123194900}{273762} = 450$$

و بمعلومية معامل التحميل العام الذي تم قياسه مسبقاً، يكون إجمالي إنتاجية الطن الواحد /يوم تشغيل:-

- معامل التحميل \times المتوسط اليومي لسرعة التشغيل \times معامل زمن الإبحار .

$$= 0.986 \times \frac{8215}{12} \times \frac{12}{18} = 450$$

أما عن صافي إنتاجية الطن الواحد لك يوم تشغيل فيكون :-

$$= \frac{2464 \times 5713 + 2285 \times 12862 + 3466 \times 23003}{12 \times 15209}$$

$$= \frac{123194900}{182508} = 648$$

و بمعلومية معامل التحميل ، يكون صافي إنتاجية الطن الواحد / يوم تشغيل مساوياً معامل التحميل \times المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة، أي أن:-

$$\text{صافي إنتاجية الطن الواحد / يوم تشغيل} = 0.986 \times \frac{8215}{12} = 648$$

النوع الثاني : المؤشرات المالية

تعكس المؤشرات المالية الكفاءة التشغيلية لسفن الأسطول، و مدى قدرة الشركات المشغلة لهذه السفن على التحكم في وضعها المالي عن طريق خفض التكاليف أو زيادة الإيرادات في سبيل تحقيق أقصى ربح. فكما ذكرنا مسبقاً أن الهدف الرئيسي لأي نشاط ملاحى إنما يتمثل في تحقيق أكبر قدر من الأرباح، فإضافة إلى النفع الذي يعود على الشركات الملاحية من هذه الأرباح، فإنها تعد مؤشر هام للدلالة على كفاءة التشغيل. و على ذلك فإن المؤشرات المالية تتمثل في تلك المؤشرات التي تعتمد على إيرادات الشركات الملاحية و تكاليفها للحكم على إنتاجية التشغيل فيها، و تتمثل في المؤشرات التالية:-

أ - مؤشر إيراد نقل الطن الواحد :-

يقصد بالإيرادات Revenues المبالغ التي تتحصل عليها شركات الملاحة نتيجة مزاولتها نشاطها الجارى و تشغيلها للسفينة. و إن كانت الإيرادات تتوقف على النولون و الذي يعتبر من المعطيات لا يمكن للشركة الملاحية التحكم فيه و زيادته في سبيل زيادة إيراداتها، و تنحصر مقدرتها على زيادة الإيرادات في زيادة كمية البضاعة المنقولة. هذا و يعتبر إيراد الطن الواحد نتاجاً لإنتاجية السفينة، و يقاس بالأطنان المليية من البضاعة المنقولة و سعر الشحن (النولون) Freight Rate بالطن الميلي مقسومة على حمولة السفينة. و يمكن حساب إيراد نقل الطن الواحد بقسمة الإيرادات الكلية المتولدة عن تشغيل السفينة على الحمولة المنقولة، و على ذلك إذا كانت إجمالي إيرادات تشغيل السفينة "فاضل عرب" تبلغ 137781 دولار، لنقلها حمولة مقدارها 4374 طن من ميناء الجبيل إلى ميناء مصوع، فإن إيراد الطن الواحد يكون:-

$$\text{إيراد نقل الطن الواحد} = \frac{\text{إيرادات النقل}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}} = \frac{137781}{4374} = 31.5 \text{ دولار.}$$

ب - مؤشر إيراد نقل الطن الواحد / ميل :-

يستخدم مؤشر إيراد نقل الطن الواحد / ميل لقياس إنتاجية سفن الأسطول أخذاً في الاعتبار بالمسافة التي تقطعها السفينة مبحرة، و الذي يمكن حسابه بقسمة إجمالي الإيرادات على الكمية المنقولة بالطن لكل ميل من المسافة المقطوعة. أي أنه لو بلغت إجمالي إيرادات السفينة "إسراء" 285 ألف دولار، و ذلك لنقل حمولة مقدارها 60 ألف طن و بمسافة 3206 ميل، فإن :-

$$\text{إيراد نقل الطن الواحد / ميل} = \frac{\text{إيرادات النقل}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}$$

$$= \frac{285000}{3206 \times 60000} = 0.0015 \text{ دولار.}$$

ج - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد :-

تتمثل تكاليف التشغيل في تلك المبالغ التي تتحملها المنشأة في سبيل تشغيل سفنها. و تعتبر التكاليف من العناصر التي يمكن للشركة التحكم فيها نسبياً لزيادة أرباحها على خلاف الإيرادات، و كلما استطاعت الشركة تخفيض هذه التكاليف كلما زادت عائداتها، و بالتالي استمرارها و إثبات وجودها على الساحة الملاحية. و لحساب تكلفة الطن الواحد كمؤشر لقياس مدى كفاءة التشغيل و مقدرة الشركة على خفض تكاليفها يتم قسمة تكلفة التشغيل الكلية على كمية الشحنة المنقولة. فإذا كانت إجمالي تكاليف تشغيل السفينة "هانو إكسبريس" لرحلتها جدة /بورتسودان 54650 دولار، و ذلك لنقل حمولة مقدارها 1200 طن، فإن :-

$$\text{تكلفة نقل الطن الواحد} = \frac{\text{تكلفة التشغيل الكلية}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}} = \frac{54650}{1200} = 45.54 \text{ دولار}$$

د - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد / ميل :-

يتمثل مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد لكل ميل من المسافة المقطوعة في نسبة إجمالي التكاليف التشغيلية إلى الحمولة المنقولة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة، فإذا كانت إجمالي تكاليف السفينة "ياسمين" لنقل 29800 طن و لمسافة 3257 ميل قد بلغت 280672 فسيتم حساب هذا المؤشر كالتالي :-

$$\text{تكلفة نقل الطن الواحد / ميل} = \frac{\text{تكلفة التشغيل الكلية}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{المسافة المقطوعة}}$$

$$= \frac{280672}{3257 \times 29800} = 0.0029 \text{ دولار}$$

هـ - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة :-

يقصد بهذا المؤشر تقدير تكلفة النقل للطن الواحد عن الرحلة الواحدة شاملة تكاليف الإبحار، و تكلفة المكوث بالموانئ، و تتوقف قيمة هذا المؤشر على الزمن المستغرق للرحلة سواء زمن إبحار السفينة أو زمن مكوثها بالميناء، و الذي كلما زاد أدى إلى زيادة التكلفة التي تتحملها الشركة عن الرحلة الواحدة. و يتم حساب مؤشر تكلفة الطن عن الرحلة بالمعادلة التالية:-

تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة =

$$\frac{\text{تكلفة الإبحار اليومية} \times \text{عدد أيام الإبحار} + \text{تكلفة الموانئ اليومية} \times \text{عدد أيام الموانئ}}{\text{عدد الأطنان المنقولة}}$$

فإذا كانت رحلة السفينة " بدر " من الجبيل إلى كاندلا تستغرق 41.2 يوم، تبحر فيها السفينة 35.2 يوم و تمكث في الموانئ الأيام الباقية لنقل بضاعة مقدارها 11250 طن. و بافتراض أن التكلفة اليومية لإبحار السفينة تبلغ 6500 دولار، و تصل تكاليف الموانئ اليومية 20248 دولار. فإن تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة سيكون كالتالي:-

$$\text{تكلفة نقل الطن عن الرحلة} = \frac{6 \times 20248 + 35.2 \times 6500}{11250}$$

$$= \frac{121488 + 228800}{11250} = 31.14 \text{ دولار.}$$

و - مؤشر تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة /ميل :-

يقاس مؤشر تكلفة نقل الطن للرحلة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة بالمعادلة التالية:-

تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة / ميل =

$$\frac{\text{تكلفة الإبحار اليومية} \times \text{عدد أيام الإبحار} + \text{تكلفة الموانئ اليومية} \times \text{عدد أيام الموانئ}}{\text{عدد الأطنان المنقولة} \times \text{عدد الأميال المقطوعة}}$$

فإذا كانت السفينة السابقة قد قطعت مسافة 10984 ميل في رحلتها، فإن:-

$$\text{تكلفة نقل الطن عن الرحلة / ميل} = \frac{6 \times 20248 + 35.2 \times 6500}{10984 \times 11250}$$

$$= \frac{350288}{123570000} = 0.0028 \text{ دولار.}$$

ثانياً - نموذج رياضي لتحديد الحجم الأمثل للسفن لكل خط ملاحى

في حالة أسطول يتكون من عدد من السفن العاملة على خطوط ملاحية مختلفة تواجه الشركة الملاحية مشكلة اتخاذ القرار فيما يتعلق بحجم السفن ، حيث يتعين اختيار حجم السفينة الأمثل لكل خط ملاحى أو مسار من المسارات. و يعرف الحجم الأمثل للسفينة بأنه : "ذلك الحجم القادر على شحن حمولة معينة من البضاعة لمسافة محددة معطاة بأقل تكلفة تشغيل ممكنة"⁽⁶⁾. هذا و يتحدد حجم السفينة الأمثل بتدنية تكاليف الطن الواحد من البضاعة المحمولة في البحر و الميناء ، فبينما تتخفض تكاليف الطن الواحد من البضاعة المحمولة أثناء الإبحار مع كبر حجم السفينة ، فإن تكلفة الطن في الميناء قد تزيد مع كل زيادة في حجم السفينة⁽⁷⁾. و لقد تعددت الدراسات التي تناولت موضوع الحجم الأمثل للسفينة متناولة المشكلة بأسلوب التحليل القياسي Econometric Analysis لتقدير التكاليف الكلية للتشغيل كدالة في الحجم، ليتحدد حجم السفينة الأمثل بأقل مستوى من التكلفة الكلية⁽⁸⁾. و حيث أنه لا يوجد حجم محدد للسفينة يمكن أن يعد هو بذاته حجماً أمثلاً لجميع أنواع السفن أو لكافة المسارات التي تشغل عليها السفينة، فإننا في دراستنا هذه نستخدم أسلوب مغاير يتمثل في استخدام البرمجة الخطية لإيجاد الحجم الأمثل لكل خط من الخطوط الملاحية التي تشغل عليها الشركة سفنها و ذلك من خلال تدنية إجمالي التكاليف الكلية لتشغيل السفينة.

و في سبيل صياغة نموذج رياضي عام يمكن استخدامه لتحديد الحجم الأمثل لكل خط ملاحى أو مسار من المسارات مختلفة المسافات و الذي يحقق أقل تكلفة تشغيل ممكنة، نفترض أن الشركة محل الدراسة تمتلك عدداً من السفن متماثلة النوع، و ذوات أحجام مختلفة، وتعمل على عدد من الخطوط الملاحية متفاوتة المسافات. يصاغ هذا النموذج لتوظيف كل حجم من أحجام السفن المتاحة على المسار أو الخط الذي يحقق أمثلية تشغيله، حيث أن:-

I : إجمالي عدد السفن المكونة لأسطول الشركة العامل.

N : إجمالي الخطوط الملاحية التي يمكن أن تشغل عليها السفن المتاحة.

Q_N : كمية البضاعة أو الحمولات المتاحة على الخط الملاحى (n) حيث أن $(n = 1, 2, \dots, N)$.

T_i : ميزانية زمن تشغيل السفينة (i) حيث أن $(i = 1, 2, \dots, I)$.

C_{in} : تكلفة تشغيل السفينة (i) على الخط الملاحي (n) للرحلة الواحدة.

Y_{in} : إنتاجية السفينة (i) (الحمولة المنقولة) على الخط الملاحي (n) للرحلة الواحدة.

d_{in} : عدد أيام الرحلة للسفينة (i) على الخط الملاحي (n) .

V_{in} : عدد رحلات السفينة (i) على الخط الملاحي (n) خلال الفترة التقويمية للسفينة.

و لإيجاد الحجم الأمثل للسفينة فإنه يتعين علينا تحديد ذلك العدد من الرحلات الذي يكفل تحقيق دالة الهدف ، و المتمثلة في إيجاد أدنى مستوى من التكاليف لكل حجم من الأحجام المتاحة من سفن الأسطول و على كل خط من الخطوط الملاحية المحددة. هذا و سيتم توزيع بيانات النموذج على النحو المبين بالجدول اللاحق رقم (5-6).

صياغة المشكلة

دالة الهدف :-

قد تهدف الشركة الملاحية إلى تعظيم أرباحها و تحديد ذلك الحجم من السفن الكفيل بتحقيق أكبر قدر من الأرباح ، أو قد تهدف إلى تدنية التكاليف الكلية لتشغيل. و لما كان الحجم الأمثل للسفينة هو ذلك الحجم الكفيل بتحقيق أقل قدر ممكن من التكلفة الكلية للطن الواحد المنقول من البضاعة ، فإن دالة الهدف في نموذجنا هذا سوف تتمثل في تحقيق أقل قدر من تكاليف التشغيل الكلية للطن الواحد من البضاعة التي تنقلها السفن ذات الأحجام المختلفة على الخطوط الملاحية المحددة و من ثم اختيار الحجم الأنسب لكل مسار أو خط ملاحي يمكن أن تشغل عليه السفينة.

و على ذلك فإنه للحصول على تكلفة نقل الطن الواحد من الحمولة للسفينة خلال الفترة التقويمية المفترضة نقوم بإيجاد حاصل ضرب تكلفة نقل الطن للرحلة الواحدة في عدد الرحلات المنجزة لكل حجم من الأحجام المتاحة من السفن و على كل خط ملاحي أو مسار من المسارات كما يلي :-

$$Min \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N \frac{C_{in}}{Y_{in}} * V_{in} \dots\dots\dots (1)$$

حيث أن تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة = $\frac{C}{Y}$ = إجمالي تكاليف التشغيل / الحمولة المنقولة

جدول رقم (5-6) توزيع بيانات الحجم الأمثل للسفينة

الخطوط أحجام الملاحية السفن	1	..2	الخط الملاحي (n)	...	N	فترة التشغيل لكل حجم من السفن
1			C_n V_n d_n Y_n			T_1
2			C_n V_n d_n Y_n			T_2
..		
..		
I			C_n V_n d_n Y_n			T_f
الحمولة المتاحة لكل خط ملاحي بالطن	Q_1	Q_2	Q_n	..	Q_N	

القيود:

أ - قيود الزمن Time Constraints

تتمثل في أن حاصل ضرب عدد أيام الرحلة في عدد رحلات كل سفينة على كل خط ملاحي لا بد و أن يكون مساوياً لفترة التشغيل المفترضة لكل حجم من أحجام السفن على الخطوط الملاحية المختلفة.

$$\sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N d_{in} * V_{in} = T_{i.....} \quad (2)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I), (n = 1, 2, \dots, N)$$

ب - قيود البضاعة Cargo Constraints

تتمثل في ألا تزيد كمية الشحنات المنقولة بواسطة كل سفينة مضروبة في عدد رحلات السفينة على كل خط ملاحى عن الحمولة المتاحة لجميع السفن على كل خط ملاحى، أي أن:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N Y_{in} * V_{in} \leq Q_{n.....} \quad (3)$$

$$(i = 1, 2, \dots, I), (n = 1, 2, \dots, N)$$

ج - قيود اللاسالية Non-negative Constraints

تتمثل في القيد القائل بأن جميع قيم V_{ir} غير سالبة ، أي أن :

$$V_{in} \geq 0 \quad (4)$$

و وفقاً لما تقدم تأخذ مشكلة تحديد حجم السفينة الأمثل الصورة الرياضية التالية :-

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N \frac{C_{in}}{Y_{in}} * V_{in} \quad (1)$$

حيث أن :-

$$\sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N d_{in} * V_{in} = T_{i.....} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N Y_{in} * V_{in} \leq Q_{n.....} \quad (3)$$

$$V_{ir} \geq 0 \quad (4)$$

و فيما يلي نورد الجداول الخاصة بالبيانات التي سيتم تطبيقها على نموذج الحجم الأمثل للسفينة، و الخاصة بحالة شركة ملاحية تمتلك خمسة من السفن ذوات أحجام مختلفة و التي يمكن تشغيلها على ثلاثة خطوط ملاحية مختلفة المسافات.

جدول رقم (5-7) بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة للسفن المختلفة على كل خط ملاحى

السفينة	الخط الملاحى الأول (18254 ميل)	الخط الملاحى الثانى (14605 ميل)	الخط الملاحى الثالث (8514 ميل)	الفترة التقويمية
السفينة الأولى (12010)	67	55	36	335
السفينة الثانية (23740)	61	50	33	365
السفينة الثالثة (37009)	70	58	37	350
السفينة الرابعة (59942)	64	51	34	350
السفينة الخامسة (96800)	58	48	32	365

جدول رقم (5-8) بيانات حمولات السفن على كل خط ملاحى بالآلاف طن

السفينة	الخط الملاحى الأول (18254 ميل)	الخط الملاحى الثانى (14605 ميل)	الخط الملاحى الثالث (8514 ميل)
السفينة الأولى (12010)	28.176	25.800	16.122
السفينة الثانية (23740)	32.360	27.725	21.730
السفينة الثالثة (37009)	42.182	37.960	33.200
السفينة الرابعة (59942)	69.280	45.650	35.604
السفينة الخامسة (96800)	92.138	62.681	52.680
الحمولات المتاحة	562.828	494.350	427.883

جدول رقم (5-9) بيانات إجمالي تكلفة تشغيل السفن على كل خط ملاحى بالآلف دولار

السفينة	الخط الملاحى الأول (18254 ميل)	الخط الملاحى الثاني (14605 ميل)	الخط الملاحى الثالث (8514 ميل)
السفينة الأولى (12010)	1273	1062	689
السفينة الثانية (23740)	1220	1017	665
السفينة الثالثة (37009)	1680	1399	893
السفينة الرابعة (59942)	1408	1129	769
السفينة الخامسة (96800)	1508	1258	838

و بتطبيق البيانات السابقة على جدول توزيع البيانات رقم (5-10) يصبح الجدول على النحو المبين لاحقاً ، هذا و مع تطبيق بيانات الجدول على معادلات النموذج يتكون لنا نموذج الأمثل للسفينة للشركة الملاحية محل الدراسة على النحو التالي:-

$$\begin{aligned} \text{Min. } \frac{C}{Y}(V) = & 45.18V_{11} + 41.16V_{12} + 42.74V_{13} + 37.70V_{21} + 36.68V_{22} \\ & + 30.60V_{23} + 39.83V_{31} + 36.85V_{32} + 26.90V_{33} + 20.32V_{41} + 24.373V_{42} \\ & + 21.60V_{43} + 16.37V_{51} + 20.07V_{52} + 16.54V_{53} \end{aligned}$$

علماً بأن قيود الزمن هي:-

$$67V_{11} + 55V_{12} + 36V_{13} = 335$$

$$61V_{21} + 50V_{22} + 33V_{23} = 365$$

$$70V_{31} + 58V_{32} + 37V_{33} = 350$$

$$64V_{41} + 51V_{42} + 34V_{43} = 350$$

$$58V_{51} + 48V_{52} + 32V_{53} = 365$$

و قيود الحمولة هي:-

$$28.176V_{11} + 32.36V_{21} + 42.18V_{31} + 69.28V_{41} + 92.138V_{51} \leq 562.828$$

$$25.8V_{12} + 27.725V_{22} + 37.966V_{32} + 45.65V_{42} + 62.681V_{52} \leq 484.35$$

$$16.122V_{13} + 21.73V_{23} + 33.2V_{33} + 35.604V_{43} + 50.68V_{53} \leq 427.883$$

جدول رقم (5-10) توزيع بيانات نموذج الحجم الأمثل للسفينة

الخطوط السفن	1	2	3	فترة التشغيل (الفترة التقويمية)
السفينة الأولى	1273 V_{11} 67 28.176	1062 V_{12} 55 25.8	689 V_{13} 36 16.122	335
السفينة الثانية	1220 V_{21} 61 32.36	1017 V_{22} 50 27.725	665 V_{23} 33 21.73	365
السفينة الثالثة	1680 V_{31} 70 42.182	1399 V_{32} 58 37.966	893 V_{33} 37 33.2	350
السفينة الرابعة	1408 V_{41} 64 69.28	1129 V_{42} 51 45.65	769 V_{43} 34 35.604	350
السفينة الخامسة	1508 V_{51} 58 92.138	1258 V_{52} 48 62.681	838 V_{53} 32 50.680	365
الحمولة المتاحة على كل خط ملاحى بالألف طن	562.828	494.35	427.883	

وبحل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" LINDO، يوضح الشكل رقم (5 - 2) عدد رحلات الحل الأمثل كما أظهره الحاسب الآلي، حيث كانت نتائج حل النموذج لقيم دالة الهدف ومتغيرات القرار على النحو التالي:-

(1) - قيمة دالة الهدف $985.3022 = \text{Objective Function Value}$

يشير ذلك إلى أن الحل الأمثل للمشكلة محل الدراسة سيحقق أدنى تكلفة تشغيل إجمالية ممكنة مقدارها . دولار تقريباً للطن الواحد من البضاعة المنقولة.

(2) - قيمة دالة الهدف $\text{Decision variables Value}$ المثلى هي :-

$$5 = V_{11}$$

$$6 = V_{21}$$

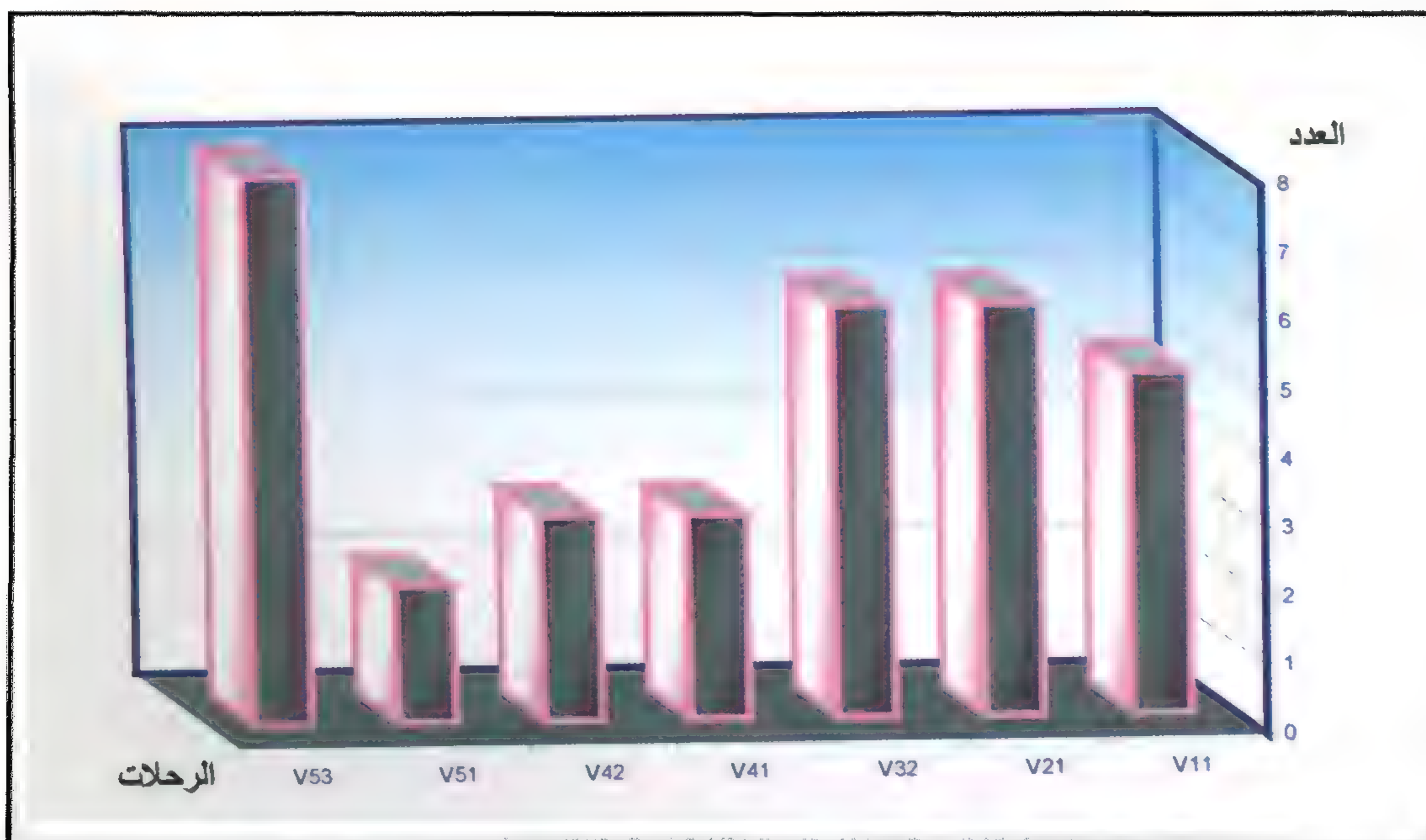
$$6 = V_{32}$$

$$3 = V_{41}$$

$$3 = V_{42}$$

$$2 = V_{51}$$

$$8 = V_{53}$$



شكل رقم (5-2) عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة

و لبرهنة قيود النموذج الخاصة بزمان تشغيل كل سفينة من السفن المتاحة نعوض عن قيم عدد الرحلات لتكون على النحو التالي :

السفينة الأولى :

$$67 V_{11} + 55 V_{12} + 36 V_{13} = 335$$

$$67(5) = 335$$

وهذا يعني أن حجم السفينة الأولى هو الحجم الأمثل للعمل على الخط الملاحي الأول ، و عليه فإنها سوف تقوم بخمس رحلات على هذا الخط بمعدل 67 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل الفترة التقويمية المخطط لها بالكامل و البالغة 335 يوم.

السفينة الثانية :

$$61 V_{21} + 50 V_{22} + 33 V_{23} = 365$$

$$61(6) = 366$$

وهذا يعني أن حجم السفينة الثانية يناسب الخط الملاحي الأول أيضاً ، حيث ستقوم السفينة بست رحلات على هذا الخط بمعدل 61 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل كامل الفترة التقويمية المخطط لها و البالغة 365 يوم مع زيادة مقدارها يوم واحد ، أي أنه ستحتاج إلى 366 للقيام برحلاتها على هذا الخط.

السفينة الثالثة :

$$70 V_{31} + 58 V_{32} + 37 V_{33} = 350$$

$$58(6) = 348$$

وهذا يعني أن حجم السفينة الثالثة يناسب الخط الملاحي الثاني ، و عليه فإنها سوف تقوم بست رحلات بمعدل 58 يوم للرحلة الواحدة أي أنها ستستغل 348 من فترتها التقويمية المخطط لها و البالغة 350 يوم.

السفينة الرابعة :

$$64 V_{41} + 51 V_{42} + 34 V_{43} = 350$$

$$64(3) + 51(3) = 192 + 153 = 345$$

وهذا يعني أن حجم سفينة كالسفينة الرابعة يعد حجماً أمثلاً للعمل على الخطيين الملاحيين الأول و الثاني . على الخط الأول سوف تقوم السفينة بثلاث رحلات بمعدل 64 يوم للرحلة الواحدة أي ستعمل لمدة 192 يوم . و على الخط الملاحي الثاني سوف تعمل 153 يوم خلال ثلاث رحلات أخرى أي بمعدل 51 يوم للرحلة الواحدة. و بذلك فإن هذه السفينة ستستغل 345 يوم من الفترة التقويمية المخطط لها و البالغة 350 يوم.

السفينة الخامسة :

$$58V_{51} + 48V_{52} + 32V_{53} = 365$$

$$48(2) + 32(8) = 96 + 256 = 352$$

وهذا يعني أن الحجم الذي تمثله السفينة الخامسة يعد حجماً أمثلاً للعمل على الخطيين الملاحيين الثاني و الثالث . على الخط الملاحي الثاني سوف تقوم السفينة برحلتين بمعدل 48 يوم للرحلة الواحدة أي ستعمل لمدة 96 يوم على هذا الخط . و على الخط الثالث سوف تعمل 256 يوم تنجز فيها ثماني رحلات أي بمعدل 32 يوم للرحلة الواحدة. و بذلك فإن هذه السفينة ستستغل 352 يوم من فترتها التقويمية المخطط لها و البالغة 365 يوم.

أما بالنسبة للشحنات المنقولة على كل خط من الخطوط الملاحية الثلاثة فإنه يتم الحصول عليها بالتعويض عن عدد الرحلات في قيود الحمولة كالتالي :

الخط الملاحى الأول:

$$28.176V_{11} + 32.36V_{21} + 42.18V_{31} + 69.28V_{41} + 92.138V_{51} \leq 562.828$$

$$28.176(5) + 32.36(6) + 69.28(3) =$$

$$140.88 + 194.16 + 207.84 = 542.88 < 562.828$$

على الخط الملاحى الأول تعمل ثلاثة من السفن المتاحة الأولى و الثانية و الرابعة ، بحيث تنقل السفينة الأولى 140.88 ألف طن خلال رحلاتها الخمس ، بينما تقوم السفينة الثانية بنقل 194.16 ألف طن خلال ست رحلات تقوم بها على هذا الخط. أما السفينة الرابعة فتقوم بثلاث رحلات تنقل خلالها 207.84 ألف طن. و على ذلك يكون إجمالي الشحنات المنقولة

على الخط الأول 542.88 ألف طن من البضاعة المتاحة على هذا الخط و البالغة 562.828 ألف طن.

الخط الملاحي الثاني:

$$25.8V_{12} + 27.725V_{22} + 37.966V_{32} + 45.65V_{42} + 62.681V_{52} \leq 484.35$$

$$37.966(6) + 45.65(3) + 62.681(2) \\ = 227.796 + 136.95 + 125.362 = 480.108 < 484.35$$

على الخط الملاحي الثاني تعمل ثلاثة من السفن أيضاً و هي السفن الثالثة و الرابعة و الخامسة ، فتنقل السفينة الثالثة 227.796 ألف طن خلال ست رحلات تقوم بها خلال فترتها التقويمية ، و تقوم السفينة الرابعة بنقل 136.95 ألف طن مقسمة على رحلتين تقوم بها على هذا الخط. هذا بينما تنجز السفينة الرابعة بثلاث رحلات تنقل خلالها 125.362 ألف طن. و على ذلك يكون مجموع الشحنات المنقولة على الخط الملاحي الثاني 480.108 ألف طن من إجمالي البضاعة المتاحة على هذا الخط و البالغة 484.35 ألف طن.

الخط الملاحي الثالث:

$$16.122V_{13} + 21.73V_{23} + 33.2V_{33} + 35.604V_{43} + 50.68V_{53} \leq 427.883$$

$$50.68(8) = 405.44 < 427.883$$

على الخط الملاحي الثالث تعمل السفينة الخامسة فقط و التي تنجز 8 رحلات خلال الفترة التقويمية المخصصة لتشغيلها لتتنقل 405.44 من إجمالي الحمولة المتاحة على هذا الخط و البالغة 427.883 ألف طن.

و من واقع ما سبق، يمكن وضع بيانات الحل الأمثل للنموذج الخاصة بكل حجم من أحجام السفن وفق الخطوط الملاحية المتاحة من حيث عدد الرحلات و زمن كل رحلة و الحمولات المنقولة، على النحو الموزع بالجدول التالي:-

جدول رقم (5-11) بيانات الحل الأمثل لنموذج الحجم الأمثل للسفينة

الشحنات المنقولة بالألف طن	عدد أيام التوقف	عدد أيام التشغيل	المجموع	عدد الرحلات/خط ملاحى			الخط الملاحي أحجام السفن
				الأول	الثاني	الثالث	
140.880	0	335	5	-	-	5	الحجم الأول
194.160	1-	366	6	-	-	6	الحجم الثاني
227.796	2	348	6	-	6	-	الحجم الثالث
344.790	5	345	6	-	3	3	الحجم الرابع
530.802	13	352	10	8	2	-	الحجم الخامس
			33	8	11	14	المجموع
1438.428				405.44	490.108	542.88	الشحنات المنقولة بالألف طن
التكلفة الكلية = 985,302.2 دولار للطن الواحد.							

و بناء على ما تقدم تكون خطة تشغيل السفن المتاحة وفق معيار الحجم الأمثل للسفينة على كل خط من الخطوط المحددة على النحو التالي:-

(1) - السفينة الأولى:

السفينة الأولى ذات الحجم الأصغر بين السفن المتاحة للشركة الملاحية تعد ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على الخط الملاحي الأول و الذي تقطع فيه السفينة مسافة 18254 ميل في الرحلة الكاملة ، تنجزها خلال 67 يوم شاحنة خلالها 28.176 ألف طن. تقوم السفينة خلال الفترة التقويمية المخطط لها بخمس رحلات تستغرق لإنجازها 335 يوم، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة 140.880 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد من البضاعة لهذه السفينة على هذا الخط الملاحي للرحلة الواحدة تبلغ 45.18 دولار، فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 6364.958 ألف دولار. وإذا فرض و كان سعر النولون ثابتاً عند 40 دولار للطن فإن إيرادات هذه السفينة ستصبح 5635.2 ألف دولار⁽⁹⁾، لتحقيق السفينة بذلك أقل خسارة ممكنة مقدارها 729.758 ألف دولار⁽¹⁰⁾.

(2) - السفينة الثانية:

السفينة الثانية تعد ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على الخط الملاحي الأول و الذي تقطع فيه مسافة 18254 ميل في الرحلة الكاملة، تتجزأ خلال 61 يوم شاحنة خلالها 32.36 ألف طن. تقوم هذه السفينة خلال الفترة التقويمية المخطط لها بست رحلات تستغرق لإنجازها 366 يوم، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة 194.16 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد من البضاعة لهذه السفينة على هذا الخط الملاحي للرحلة تبلغ 37.70 دولار، فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 7319.832 ألف دولار. و بثبات سعر النولون عند 40 دولار، فإن إيرادات هذه السفينة ستصبح 7766.4 ألف دولار ، لتحقيق السفينة بذلك أقصى ربح ممكن مقداره 446.568 ألف دولار.

(3) - السفينة الثالثة:

السفينة الثالثة ذات الحجم المتوسط نسبياً بين السفن المتاحة للشركة الملاحية تعد ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على الخط الملاحي الثاني و الذي تقطع فيه السفينة 14605 ميل في الرحلة الكاملة خلال 58 يوم شاحنة خلالها 37.96 ألف طن. تقوم السفينة خلال فترتها التقويمية بست رحلات تستغرق لإنجازها 348 يوم، ليبلغ إجمالي الشحنات المنقولة خلال تلك الفترة 227.796 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد من البضاعة للسفينة الثالثة على هذا الخط الملاحي الثاني للرحلة الواحدة تبلغ 30.60 دولار فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 6970.558 ألف دولار. هذا و تحقق السفينة إيرادات كلية مقدارها 9111.84 ألف دولار ، لتحقيق بذلك أقصى ربح ممكن مقداره 2141.282 ألف دولار.

(4) - السفينة الرابعة:

السفينة الرابعة تعد سفينة ذات حجماً أمثلاً للتشغيل على أكثر من خط ملاحي، حيث تعمل على الخطين الملاحيين الأول و الثاني. تشغل السفينة على الخط الملاحي الأول قاطعة مسافة 18254 ميل للرحلة التي تستغرق فيها 64 يوم شاحنة 69.28 ألف طن. و حيث أن السفينة تقوم السفينة بثلاث رحلات على هذا الخط فإنها تستغرق 192 يوم شحن خلالها 207.84 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد لهذه السفينة على الخط الأول للرحلة الواحدة تبلغ 20.32 دولار فإن التكاليف الكلية للسفينة خلال فترة تشغيلها تساوي 4223.309 ألف دولار.

و على الخط الملاحي الثاني تقطع السفينة مسافة 14605 ميل للرحلة التي تستغرق فيها 51 يوم شاحنة بضاعة مقدارها 45.65 ألف طن. تتجزأ السفينة على هذا الخط ثلاث

رحلات أخرى فتكون إجمالي الفترة التي تقضيها السفينة 153 يوم تشحن خلالها 136.95 ألف طن. و تكون تكاليف رحلات السفينة على هذا الخط مقدارها 3337.882 ألف دولار حيث تكلفة الطن الواحد تساوي 24.373 دولار. و بناء على ذلك تبلغ إجمالي تكاليف السفينة 7561.191 ألف دولار لشحن 344.79 ألف طن من البضاعة المتاحة على الخطين الأول و الثاني. فإذا كان إجمالي إيرادات السفينة تساوي 13791.6 ألف دولار خلال فترة تشغيلها فإنها ستحقق أرباح تبلغ 7561.19 ألف دولار.

(5) - السفينة الخامسة:

السفينة الخامسة هي أكبر السفن المتاحة حجماً و يعد حجمها أمثلاً للتشغيل على الخطين الملاحيين الثاني و الثالث. تشغل السفينة على الخط الملاحي الثاني قاطعة مسافة 14605 ميل لرحلتها الكاملة التي تستغرق 48 يوم لشحن ما مقداره 62.681 ألف طن من البضاعة. تقوم السفينة على هذا الخط برحلتين تحتاج فيهما إلى 96 يوم لتشحن حمولة 125.362 ألف طن. و لما كانت تكلفة الطن الواحد لهذه السفينة للرحلة الواحدة على الخط الملاحي الثاني تساوي 20.07 دولار فإن تكاليف رحلتها الكلية على هذا الخط ستبلغ 2516.015 ألف دولار.

و على الخط الملاحي الثالث تقطع السفينة مسافة 8514 ميل للرحلة الواحدة التي تستغرق فيها 32 يوم شاحنة بضاعة مقدارها 52.68 ألف طن. تتجز السفينة على هذا الخط ثمانى رحلات تقضي فيها السفينة 256 يوم تشحن خلالها 421.44 ألف طن. و حيث أن رحلة السفينة على هذا الخط الملاحي تكلفها 16.54 دولار للطن المنقول من البضاعة ، فإن تكاليفها الكلية ستبلغ 6970.618 ألف دولار لتشغيلها على الخط الثاني. و على ذلك فإن إجمالي تكاليف هذه السفينة خلال فترتها التقويمية 9486.633 ألف دولار. و لما كان إجمالي شحنات السفينة تبلغ 546.802 ألف طن ، فإن الإيرادات الكلية للسفينة ستساوي 21872.08 ألف دولار، و عليه تحقق أقصى ربح ممكن و الذي يعادل 12385.447 ألف دولار.

و كما يلاحظ أن السفينة الخامسة تحظى بأقل تكلفة تشغيل للطن الواحد المنقول من البضاعة ، كما و تحقق أكبر قدر من الأرباح مقارنة بالسفن الأخرى ، و هذا ما يؤيد الدراسات القائمة على اختبار و إثبات فرضية أن السفن الأكبر حجماً هي الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية حيث تنخفض تكلفة التشغيل لكل طن من البضاعة المنقولة مع كل زيادة في حجم السفينة⁽¹¹⁾.

ثالثاً - نموذج رياضي للتخصيص الأمثل للسفن على المسارات المختلفة

تعد مشكلة اختيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن المتاحة لدى شركة الملاحة و كيفية تخصيص تلك السفن بين الموانئ المختلفة من المشكلات التي تعني بها أي شركة ملاحية. فإذا كانت المشكلة التي تعني بها شركة الملاحة تتمثل في الرغبة في تخصيص عدة أنواع من السفن لتشغيلها على عدد من المسارات على خط ملاحى معين ، فإنه يتوجب اختيار المسار الأمثل لكل نوع من السفن المتاحة. و ترتبط بمشكلة التخصيص دائماً مشكلة تحديد تكرارية خدمة السفن (12)، و التي يتحدد من خلالها عادة عدد السفن التي يجب أن تخصص لخدمة كل مسار من المسارات المعنية. و يستلزم الأمر وضع هذه المشكلة في قالب رياضية يمكننا من إيجاد حل رقمي محدد لها ، بحيث نمنح متخذ القرار الاختيار الأمثل للمسارات الواجب تشغيل كل نوع من أنواع السفن عليها.

و لصياغة المشكلة محل الدراسة رياضياً نشير إلى متغيرات هذا النموذج بالرموز التالية :-

V_{sr} : عدد الرحلات التي تقوم بها السفينة من النوع (s) على المسار (r) ، حيث أن $(r = 1, 2, \dots, R)$ ، $(s = 1, 2, \dots, S)$

Vo_r : العدد الأدنى من الرحلات السنوية الممكنة على المسار (r).

R : عدد المسارات المحددة لتشغيل السفن عليها.

S : الأنواع المتاحة من السفن المكونة لأسطول الشركة الملاحية.

I_s : إجمالي عدد السفن المتاحة من النوع (s).

U_r : تكرارية الخدمة السنوية للسفن على المسار (r).

P_{sr} : الربح المتوقع للسفينة من النوع (s) من التشغيل على المسار (r).

C_{sr} : تكلفة تشغيل السفينة من النوع (s) على المسار (r).

d_{sr} : عدد أيام رحلة السفينة (s) وفقاً للمسار (r) .

T_s : مدة الموسم الملاحى لتشغيل السفينة (s) خلال الفترة الزمنية المخططة لها.

E_{sr} : إجمالي الإيرادات المتوقعة للسفينة (s) من التشغيل على المسار (r) عن الرحلة الواحدة.

X_s : تكلفة التوقف اليومية للسفينة من النوع (s).

L_s : عدد أيام التوقف السنوية للسفينة من النوع (s).

دالة الهدف :

تتمثل مشكلة النموذج محل الدراسة في تحديد المسارات المثلى للأنواع المختلفة من السفن المتاحة للشركة الملاحية و المراد تشغيلها على المسارات المختلفة. و عليه يهدف هذا النموذج و المتمثل في تحديد المسار الأمثل للسفن إلى تحديد عدد الرحلات السنوية لكل نوع من أنواع السفن المتاحة، و كذلك تحديد عدد أيام التوقف لكل سفينة، و الكفيلين بتحقيق أقصى ربح ممكن من تشغيل شركة الملاحة لسفنها. هذا ويتم الحصول على ربح رحلة السفينة بخصم التكاليف الكلية من الإيرادات الكلية المتوقعة للرحلة، و بضرب الناتج في عدد الرحلات نحصل على الربح السنوي من تشغيل السفينة على المسار المحدد.

يقتصر عنصر التكلفة في هذا النموذج على تلك التكاليف التشغيلية المؤثرة في عملية التخصيص و الجدولة من تكاليف يومية للإبحار و رسوم موانئ و تكلفة الوقود، مع استبعاد جميع التكاليف الثابتة من الحساب. هذا كما وستطرح تكاليف التوقف لكل نوع من أنواع السفن من إجمالي الأرباح، حيث يتم الحصول على هذه التكاليف الأخيرة من حاصل ضرب تكلفة اليوم الواحد لتوقف السفينة في عدد أيام التوقف. و بناء على ما تقدم تكون دالة الهدف كما يلي:

$$Max \sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R (P_{sr} * V_{sr}) - \sum_{s=1}^S X_s L_s \dots\dots\dots (1)$$

حيث أن:

$$P_{sr} = E_{sr} - C_{sr}$$

القيود :

أ - قيود الزمن Time Constraints

تتمثل قيود الزمن في كون الزمن المستغرق للسفن من النوع (s) للإبحار على المسارات المختلفة زائداً زمن توقف هذه السفن يجب أن يكون مساوياً لزمن السفينة المخطط له مضروباً في عدد السفن المتاحة من هذا النوع. و حيث أن ميزانية زمن السفينة المخطط لها هي سنة كاملة أي 365 يوم، فإن قيد الزمن في هذه الحالة يكون على النحو التالي:-

$$\sum_{s=1}^S d_{sr} V_{sr} + L_s = 365 I_s \dots (2)$$

ب - قيود تكرارية الخدمة Frequency of Service Constraints

نفترض في هذا النموذج ثبات سرعة السفن على المسار الواحد و ذلك في سبيل الإبقاء على ترددية و تكرارية ثابتة و مستقرة لخدمات السفن على كل مسار. و لما كان العدد الأدنى من الرحلات الممكنة سنوياً هو ناتج قسمة عدد أيام السنة على تكرارية الخدمة على مسار معين، أي:

$$V_{0r} = 365 / U_r \dots (3)$$

فإنه يمكن التعبير عن قيود الزمن في كون عدد رحلات السفن المتاحة على كل مسار لا بد و أن تفوق العدد الأدنى الممكن من الرحلات على كل مسار من المسارات لجميع أنواع السفن أو تساوية، بمعنى أن:

$$\sum_{r=1}^R V_{sr} \geq V_{0r} \dots (4)$$

د - قيود موسمية السفينة Ship seasonal Constraints

تتمثل هذه القيود في أن عدد أيام التوقف السنوية لسفن كل نوع من أنواع السفن المتاحة تفوق أو على الأقل تساوي عدد أيام السنة مطروحاً منها عدد أيام تشغيل جميع السفن المتاحة من ذلك النوع، أي أن:

$$L_s \geq 365 - T_s * I_s \dots (5)$$

ج - قيود اللاسالبية Non-negative Constraints

هو القيد القائل بأن جميع قيم V_{ir} ، L_{ir} غير سالبة، أي أن:

$$V_{sr} \geq 0 \dots (6)$$

$$L_{sr} \geq 0 \dots (7)$$

و يكون المطلوب هنا تحديد ذلك العدد من الرحلات و أيام التوقف الذي يكفل تحقيق أكبر قدر ممكن من الأرباح الكلية المتحصلة من تشغيل السفن المتاحة. و فيما يلي

نستعرض ببيانات النموذج كمثال لشركة ملاحية تمتلك خمسة أنواع من السفن يتم تشغيلها على خمسة مسارات مختلفة. و تتمثل البيانات بالجدول التالية:-

جدول رقم (5-12) بيانات المتاح من أنواع السفن ومواسمها الملاحية و تكاليف التوقف

أنواع السفن	عدد السفن	عدد أيام الموسم الملاحى	عدد الأيام المتوقعة للتوقف	تكلفة التوقف (دولار)
النوع الأول	3	335	30	10430
النوع الثاني	1	345	20	10200
النوع الثالث	5	350	15	9140
النوع الرابع	3	345	20	12680
النوع الخامس	2	350	15	11800

جدول رقم (5-13) بيانات المسارات و تكرارية الخدمة لكل مسار

المسارات	المسافة (ميل)	تكرارية الخدمة	العدد الأدنى من الرحلات السنوية
المسار الأول	5220	35	10.43
المسار الثاني	6814	14	26.07
المسار الثالث	9025	21	17.38
المسار الرابع	11670	30	12.17
المسار الخامس	18524	23	15.87

جدول رقم (5-14) بيانات زمن رحلة
كل نوع من أنواع السفن على المسارات المحددة

المسارات أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	39.1	41.93	41.07	52.82	70.36
النوع الثاني	39.7	42.21	40.8	51.87	67.68
النوع الثالث	38.19	40.74	39.5	50.79	67.14
النوع الرابع	37.78	40.21	38.79	49.87	65.68
النوع الخامس	40.14	43.28	42.86	55.13	74.03

جدول رقم (5-15) بيانات تكاليف تشغيل
كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالآلاف دولار

المسارات أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	462.7	536.96	568.02	751.5	1044.0
النوع الثاني	488.35	562.4	591.2	771.87	1058.08
النوع الثالث	432.8	497.9	516.3	684.58	937.21
النوع الرابع	417.85	478.4	490.54	651.25	884.0
النوع الخامس	490.0	571.39	613.7	810.4	1137.99

جدول رقم (5-16) بيانات إيرادات تشغيل
كل نوع من أنواع السفن على المسارات المختلفة بالآلاف دولار

المسارات أنواع السفن	المسار الأول	المسار الثاني	المسار الثالث	المسار الرابع	المسار الخامس
النوع الأول	792.0	813.44	1002.76	804.8	1137.6
النوع الثاني	933.6	975.08	1064.52	798.63	1248.16
النوع الثالث	982.64	1004.96	724.8	1206.42	1184.02
النوع الرابع	648.1	632.14	812.0	710.3	1099.72
النوع الخامس	572.31	1022.07	931.4	1127.3	1240.19

و بتطبيق البيانات السابقة على معادلات النموذج محل الدراسة يتكون لدينا نموذج
المسارات المثلى للسفن على النحو التالي :-

$$\begin{aligned}
 MaxP(V) = & 329.3V_{11} + 276.48V_{12} + 434.74V_{13} + 53.3V_{14} + 93.6V_{15} - 10.43L_1 \\
 & + 445.25V_{21} + 412.68V_{22} + 473.32V_{23} + 26.76V_{24} + 190.08V_{25} - 10.2L_2 \\
 & + 549.84V_{31} + 507.06V_{32} + 208.5V_{33} + 521.84V_{34} + 246.81V_{35} - 9.14L_3 \\
 & + 230.25V_{41} + 153.74V_{42} + 321.46V_{43} + 59.05V_{44} + 215.72V_{45} - 12.68L_4 \\
 & + 82.31V_{51} + 450.68V_{52} + 317.7V_{53} + 316.9V_{54} + 102.2V_{55} - 11.8L_5
 \end{aligned}$$

أما قيود النموذج و الخاصة بميزانية زمن السفن فستكون كما يلي :-

$$39.1V_{11} + 41.93V_{12} + 41.07V_{13} + 52.82V_{14} + 70.36V_{15} + L_1 = 1095$$

$$39.7V_{21} + 42.21V_{22} + 40.8V_{23} + 51.87V_{24} + 67.68V_{25} + L_2 = 365$$

$$38.19V_{31} + 40.74V_{32} + 39.5V_{33} + 50.79V_{34} + 67.14V_{35} + L_3 = 1825$$

$$37.78V_{41} + 40.21V_{42} + 38.79V_{43} + 49.87V_{44} + 65.68V_{45} + L_4 = 1095$$

$$40.14V_{51} + 43.28V_{52} + 42.86V_{53} + 55.13V_{54} + 74.03V_{55} + L_5 = 730$$

و قيود تكرارية الخدمة تكون:-

$$V_{11} + V_{21} + V_{31} + V_{41} + V_{51} > 10.43$$

$$V_{12} + V_{22} + V_{32} + V_{42} + V_{52} > 26.07$$

$$V_{13} + V_{23} + V_{33} + V_{43} + V_{53} > 17.38$$

$$V_{14} + V_{24} + V_{34} + V_{44} + V_{54} > 12.17$$

$$V_{15} + V_{25} + V_{35} + V_{45} + V_{55} > 15.87$$

و قيود موسمية السفن تكون :-

$$L_1 > 90$$

$$L_2 > 20$$

$$L_3 > 75$$

$$L_4 > 60$$

$$L_5 > 30$$

أما قيود اللاسالبية فستكون :-

$$V_{11}, V_{12}, \dots, V_{55} \geq 0$$

$$L_1, L_2, \dots, L_5 \geq 0$$

و بحل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" LINDO ، تم الحصول على الشكل رقم (3-5) محدداً عدد الرحلات الذي يحقق التخصيص الأمثل للسفن المتاحة على كل مسار من المسارات، كما قدمت النتائج قيمة دالة الهدف و قيم متغيرات القرار، وهي على النحو التالي:-

(1) - قيمة دالة الهدف Objective Function Value = 44200.01

يشير ذلك إلى أن الحل الأمثل لمشكلة تحديد المسارات المثلى لسفن الشركة الملاحية محل الدراسة سيحقق أقصى ربح ممكن و مقداره 44,200,010 دولار.

(2) - قيم متغيرات القرار Decision variables Value المثلّى لعدد رحلات كل نوع من

السفن هي:-

$$24 = V_{13}$$

$$8 = V_{22}$$

$$27 = V_{31}$$

$$32 = V_{41}$$

$$12 = V_{34}$$

$$15 = V_{45}$$

$$16 = V_{52}$$

أما عن متغيرات القرار الخاصة بعدد أيام التوقف فهي:-

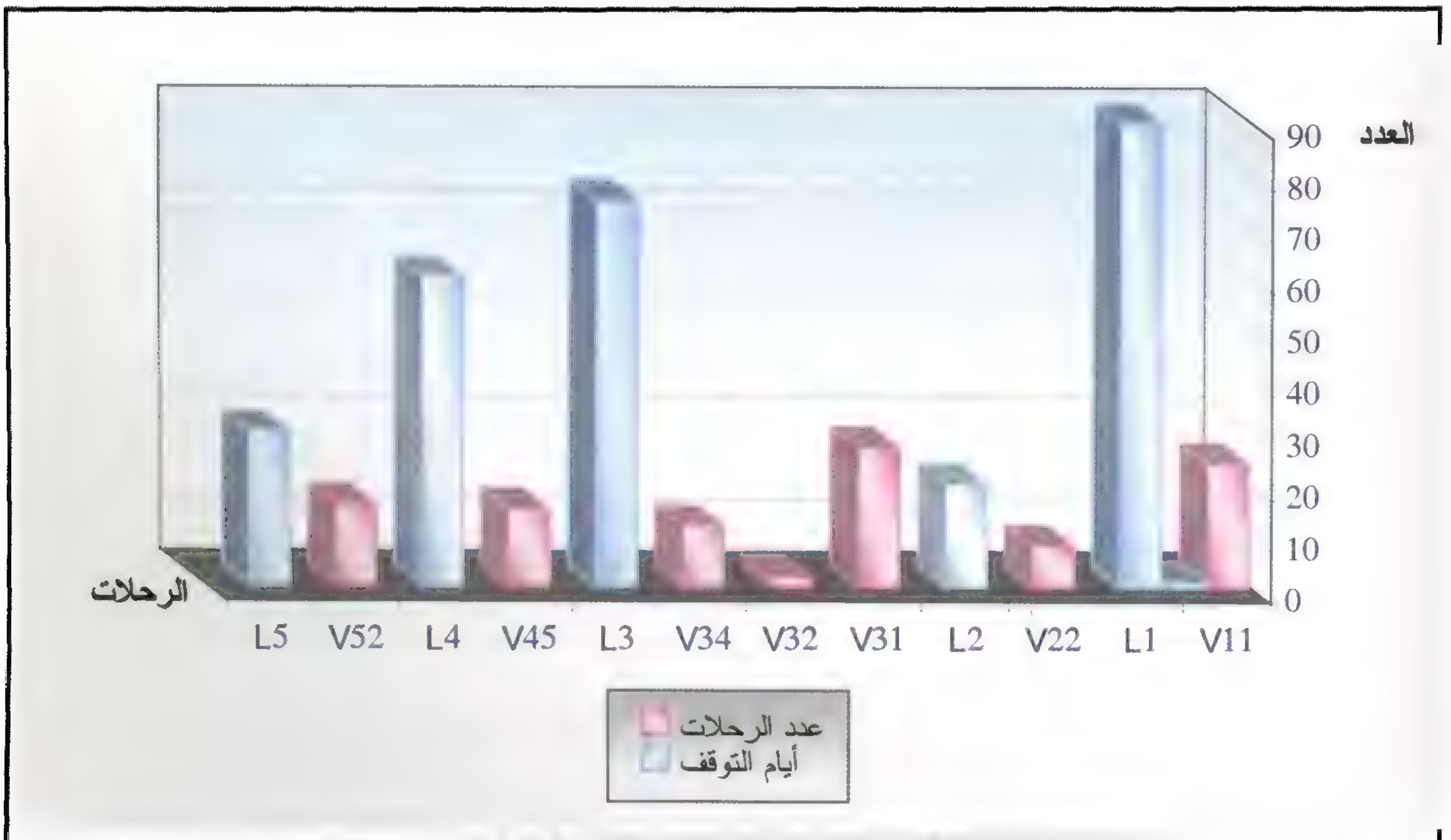
$$90 = L_1$$

$$20 = L_2$$

$$75 = L_3$$

$$60 = L_4$$

$$30 = L_5$$



شكل رقم (3-5) عدد رحلات الحل الأمثل لنموذج التخصيص الأمثل للسفن

و بالتعويض عن القيم السابقة في قيود النموذج كانت نتائج قيود الزمن على النحو التالي:-

$$39.1V_{11} + 41.93V_{12} + 41.07V_{13} + 52.82V_{14} + 70.36V_{15} + L_1 = 1095$$

$$41.07(24) + 90 = 985.68 + 90 = 1075.68$$

$$39.7V_{21} + 42.21V_{22} + 40.8V_{23} + 51.87V_{24} + 67.68V_{25} + L_2 = 365$$

$$42.21(8) + 20 = 337.68 + 20 = 357.68$$

$$38.19V_{31} + 40.74V_{32} + 39.5V_{33} + 50.79V_{34} + 67.14V_{35} + L_3 = 1825$$

$$38.19(27) + 40.74(2) + 50.79(12) + 75 = 1722.09 + 75 = 1797.09$$

$$37.78V_{41} + 40.21V_{42} + 38.79V_{43} + 49.87V_{44} + 65.68V_{45} + L_4 = 1095$$

$$65.68(15) + 60 = 985.2 + 60 = 1045.2$$

$$40.14V_{51} + 43.28V_{52} + 42.86V_{53} + 55.13V_{54} + 74.03V_{55} + L_5 = 730$$

$$43.28(16) + 30 = 692.48 + 30 = 722.48$$

و قيود تكرارية خدمة السفن على المسارات المختلفة تكون:-

$$V_{11} + V_{21} + V_{31} + V_{41} + V_{51} > 10.43$$

$$27 > 10.43$$

$$V_{12} + V_{22} + V_{32} + V_{42} + V_{52} > 26.07$$

$$8 + 2 + 16 = 26 \approx 26.07$$

$$V_{13} + V_{23} + V_{33} + V_{43} + V_{53} > 17.38$$

$$24 > 17.38$$

$$V_{14} + V_{24} + V_{34} + V_{44} + V_{54} > 12.17$$

$$12 < 12.17$$

$$V_{15} + V_{25} + V_{35} + V_{45} + V_{55} > 15.87$$

$$15 < 15.87$$

و قيود موسمية السفن تكون :-

$$L1 = 90$$

$$L2 = 20$$

$$L3 = 75$$

$$L4 = 60$$

$$L5 = 30$$

و بناء على ما سبق، فإن بيانات الحل الأمثل يمكن توزيعها وفقاً للجدول التالي:-

جدول رقم (5-17) بيانات الحل الأمثل لنموذج تخصيص السفن على المسارات المختلفة

عدد السفن	المسارات أنواع السفن	عدد رحلات كل مسار						عدد أيام التشغيل	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية
		الأول	الثاني	الثالث	الرابع	الخامس	المجموع			
3	الأول	-	-	24	-	-	24	985.68	90	19.32
1	الثاني	-	8	-	-	-	8	337.68	20	7.32
5	الثالث	27	2	-	12	-	41	1722.09	75	27.91
3	الرابع	-	-	-	-	15	15	985.2	60	49.8
2	الخامس	-	16	-	-	-	16	692.48	30	7.52
14	الإجمالي	27	26	24	12	15	104			
ربح كلي = 44,200,010 دولار										

و من واقع البيانات السابقة فإن التخصيص الأمثل للسفن على المسارات المختلفة سيكون وفقاً لخطة التشغيل التالية:-

سفن النوع الأول:

تخصص السفن من النوع الأول للعمل على المسار الثالث، لتتجزأ 24 رحلة تستغرق كل منها 41.07 يوم. و لما كانت الشركة تمتلك ثلاثة سفن من هذا النوع فإن كل سفينة سوف

تنجز 8 رحلات خلال 328.56 يوم، و تتوقف عن العمل 36.44 يوم، منها 30 يوم هي ضمن أيام التوقف المخطط له. و عليه تبلغ إجمالي أيام التشغيل للسفن الثلاثة 985.68 يوم إضافة إلى 90 يوم توقف وفقاً لموسمية عمل السفينة، الأمر الذي يعني وجود 19.32 يوم توقف إضافية غير مخطط لها لا تعمل فيها السفينة.

سفن النوع الثاني:

يتم تشغيل سفينة واحدة فقط هي التي تمتلكها الشركة من هذا النوع على المسار الثاني لتنجز 8 رحلات خلال 337.68 يوم، و تتوقف لمدة 27.32 يوم منها 20 يوم توقف مخطط له مسبقاً.

سفن النوع الثالث:

تخصص السفن من النوع الثالث للتشغيل على ثلاثة مسارات مختلفة، بحيث تنجز 27 رحلة على المسار الأول و ذلك خلال 1031.13 يوم. و على المسار الثاني، تقوم برحلتين خلال 81.48 يوم، أما على المسار الرابع فيلزمها 609.48 يوم لإحراز 12 رحلة، لتبلغ إجمالي رحلات هذا النوع من السفن 41 رحلة تستغرق 1722.09 يوم.

و على ذلك، فإن الشركة بامتلاكها لخمس سفن من هذا النوع يمكنها أن تخصص ثلاثة سفن للتشغيل على المسار الأول ، تقوم كل منها بتسع رحلات خلال 343.71 يوم و تتوقف 21.29 يوم منها 15 يوم من التوقف المخطط. أما السفينتين الباقيتين فيخصصا للعمل بين المسارين الثاني و الرابع، بحيث تقوم كل منهما برحلة واحدة على المسار الثاني خلال 40.74 يوم. كما تقوم كل من هاتين السفينتين بست رحلات على المسار الرابع خلال 304.74 يوم، لتبلغ فترة تشغيل السفينة الواحدة 345.48 يوم بينما تتوقف 19.52 يوم.

سفن النوع الرابع:

يخصص النوع الرابع و المكون من ثلاثة سفن للعمل على المسار الخامس، لتنجز 15 رحلة خلال 985.2 يوم. و بذلك تقوم كل سفينة بخمس رحلات خلال 328.4 يوم، تتوقف لمدة 36.6 يوم منها 20 يوم توقف موسمي مخطط له.

سفن النوع الخامس:

يتكون هذا النوع من سفينتين تخصصا للعمل على المسار الثاني لتجزا 16 رحلة، أي 8 رحلات للسفينة الواحدة، تعمل فيها 346.24 يوم و تتوقف 18.76 منها 15 يوم مخطط لها.

و مما سبق نخلص إلى أن كل مسار يعد أمثلاً لنوع معين من السفن، فالمسارين الأول والرابع يناسبان النوع الثالث من السفن، حيث تتجزئ سفن هذا النوع سبعة و عشرين رحلة على المسار الأول، وست رحلات على الرابع. أما المسار الثالث فيناسب النوع الأول من السفن و الذي تتجزئ عليه الثلاثة سفن المكونة لهذا النوع أربعة و عشرين رحلة. هذا بينما يناسب المسار الخامس السفن من النوع الرابع، لتتجزئ عليه خمسة عشر رحلة. و نجد المسار الثاني متميزاً في كونه مسار يناسب عدة أنواع من السفن و هي الثاني و الثالث و الخامس، فتقوم السفينة من النوع الثاني بثماني رحلات، و سفن النوع الثالث برحلتين، أما سفن النوع الخامس فتتجزئ على هذا المسار ستة عشر رحلة.

رابعاً - نموذج رياضي لتخطيط حركة سفن الأسطول العاملة على مسارات مختلفة

تعد مشكلة تخطيط حركة كل سفينة من سفن الأسطول البحري و جدولتها بين الموانئ و المسارات المختلفة، و تحديد عدد رحلات كل سفينة وفقاً للخطط المفترضة من المشكلات المهمة التي تواجه إدارة الحركة في شركات الملاحة التي تقوم بتشغيل سفنها بين العديد من الموانئ، و التي تسعى إلى وضع خطط مثلى لجدولة سفنها بين الموانئ المحددة و المسارات الممكنة. فكل خط ملاحي يحتوي على عدد من الموانئ التي يتم من خلالها شحن و تفريغ البضائع، الأمر الذي يستلزم وضع و صياغة النموذج الرياضي الملائم لتوضيح حركة السفن بين تلك الموانئ. فإذا كانت المشكلة التي تعني بها شركة الملاحة تتمثل في وجود عدة خطط ممكنة يتوجب اختيار الأمثل منها، فإن ذلك يستلزم صياغة هذه المشكلة صياغة رياضية تمكننا من إيجاد حل في صورة رقمية لها، تمنح متخذ القرار بإدارة الحركة القرار الأمثل و الواجب اتخاذه علمياً و بدقة.

و لعرض المشكلة محل الدراسة رياضياً نشير إلى متغيرات النموذج بالرموز التالية :-

Q_1, Q_2, \dots, Q_n : تعبر عن مختلف الشحنات المنقولة بين الموانئ المختلفة في الرحلة.

M_r : خطط الحركة Movement Plans المختلفة و التي سيتم اختيار المسارات المثلى من بينها، حيث أن $(r = 1, 2, \dots, R)$.

V_{ir} : عدد الرحلات التي تقوم بها السفينة (i) وفقاً للخطة M_r .

Y_{hr} : إنتاجية السفينة و تمثل قيمة الشحنة المنقولة من نقاط الشحن (h) و التي ستنتقل وفقاً للخطة M_r خلال الرحلة الواحدة ، حيث أن $(h = 1, 2, \dots, H), (r = 1, 2, \dots, R)$.

d_{ir} : عدد أيام رحلة السفينة (i) وفقاً للخطة M_r حيث أن $(i = 1, 2, \dots, I), (r = 1, 2, \dots, R)$.

T_i : ميزانية زمن تشغيل السفينة (i) خلال الفترة الزمنية المخططة لها.

f : سعر النولون Freight Rate.

E_{ir} : إجمالي إيرادات Total Revenues السفينة (i) من التشغيل وفقاً للخطة M_r عن الرحلة الواحدة ، حيث أن $(r = 1, 2, \dots, R)$.

دالة الهدف :

تتمثل مشكلة النموذج محل الدراسة في تحديد خطط حركة السفن الكفيلة بتعظيم إجمالي الإيرادات الكلية المتحققة من تشغيل الشركة الملاحية لسفنها ، و عليه يهدف نموذج تخطيط حركة السفن إلى تحديد عدد رحلات كل سفينة من السفن المتاحة التي من شأنها تعظيم الإيرادات الكلية. يمكن الحصول الإيرادات الكلية من إجمالي حاصل ضرب إيرادات تشغيل كل سفينة من السفن المتاحة للشركة للرحلة الواحدة في عدد الرحلات المنجزة لكل سفينة. و عليه تكون دالة الهدف كما يلي:

$$Max \sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R E_{ir} * V_{ir} \dots\dots (1)$$

القيود :

أ - قيود البضاعة Cargo Constraints

تتمثل قيود البضاعة في عدم تجاوز إيرادات البضاعة المنقولة على السفن بين الموانئ لإيرادات ذلك الحجم المخطط للشحنات ، أي أن:-

$$\sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R Q_{ir}(f) * V_{ir} \leq Q_r(f) \dots\dots (2)$$

حيث أن : كمية شحنة السفينة × سعر النولون = إنتاجية السفينة

$$Q_{ir}(f) = Y_{ir}$$

ب - قيود زمن التشغيل Operation Time Constraints

تتمثل هذه القيود في عدم تجاوز عدد أيام رحلة السفينة وفقاً للخطة P_r مضروباً في عدد الرحلات لميزانية الزمن المخطط لتشغيل كل سفينة من السفن المتاحة، حيث نستخدم في نموذجنا هذا مدى زمني للجدولة Scheduling Horizon يتراوح ما بين 100-180 يوم. و بذلك يكون القيد الزمني كالتالي:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{r=1}^R d_{ir} * V_{ir} \leq t_i \dots\dots (3)$$

ج - قيود اللاسالبية Non-negative Constraints

هو القيد القائل بأن جميع قيم V_{ir} غير سالبة، فهي موجبة أو على الأقل تساوي الصفر، أي أن :

$$V_{ir} \geq 0 \dots\dots\dots(4)$$

و يكون المطلوب هنا تحديد ذلك العدد من الرحلات الذي يكفل تحقيق أكبر قدر ممكن من الإيرادات الكلية المتحصلة من تشغيل السفن المتاحة. و فيما يلي نستعرض الكيفية التي سيتم بها توزيع بيانات النموذج كمثال لشركة ملاحية تمتلك ثلاثة سفن يتم تشغيلها لخدمة خمس موانئ رئيسية و التي ترغب في تخطيط حركة تشغيل تلك السفن، أي تحديد الخطة المثلى و جدولة حركة سفنها المتاحة على المسارات المختلفة. و تتمثل هذه البيانات بالجدول التالية :-

جدول رقم (5-18) بيانات حمولات السفن و ميزانية زمن التشغيل

رقم السفينة (I)	الحمولة الصافية بالطن	ميزانية زمن التشغيل
1	12800	180
2	23900	120
3	20300	100

جدول رقم (5-19) بيانات نقاط الشحن و موانئ الإقلاع و الوصول

نقاط الشحن	موانئ الإقلاع و الوصول	كمية الشحنة
AB	A ----- B	14600
AC	A ----- C	16400
AD	A ----- D	12300
AE	A ----- E	7000
BA	B ----- A	15000
CA	C ----- A	10000
DA	D ----- A	8700
EA	E ----- A	12100

جدول رقم (5-20) بيانات الخطط الممكنة لحركة السفن

السفينة	A-B-B-A	A-C-C-A	A-D-D-A	A-E-E-A	A-B-C-A	A-B-D-A	A-B-E-A	A-C-D-A	A-C-E-A
1		M ₁		M ₂			M ₃		M ₄
2	M ₅	M ₆		M ₇	M ₈	M ₉			
3	M ₁₀		M ₁₁	M ₁₂	M ₁₃			M ₁₄	

جدول رقم (5-21) بيانات كميات الشحنات المنقولة
بالسفن وفقاً لخطط الحركة M_r للرحلة الواحدة

نقاط الشحن	AB	AC	AD	AE	BA	CA	DA	EA
M_1		$Q_{1AC} = 2.8$				$Q_{1CA} = 1.3$		
M_2				$Q_{2AE} = 1.9$				$Q_{2EA} = 0.8$
M_3	$Q_{3AB} = 2.6$							$Q_{3AE} = 2.4$
M_4		$Q_{4AC} = 2.8$						$Q_{4EA} = 1.5$
M_5	$Q_{5AB} = 1.5$				$Q_{5BA} = 7.2$			
M_6		$Q_{6AC} = 3.5$				$Q_{6CA} = 5.2$		
M_7				$Q_{7AE} = 3.5$				$Q_{7EA} = 1.6$
M_8	$Q_{8AB} = 1.8$					$Q_{8CA} = 3.0$		
M_9	$Q_{9AB} = 1.2$						$Q_{9DA} = 4.0$	
M_{10}	$Q_{10AB} = 2.3$				$Q_{10BA} = 6.8$			
M_{11}			$Q_{11AD} = 12.3$				$Q_{11DA} = 2.4$	
M_{12}				$Q_{12AE} = 1.8$				$Q_{12EA} = 1.8$
M_{13}	$Q_{13AB} = 3.6$					$Q_{13CA} = 0.6$		
M_{14}		$Q_{14AC} = 3.9$					$Q_{14DA} = 1.7$	

كميات الشحنات Q_{nr} حسب خطة الحركة M_r بالآلاف طن

جدول رقم (5-22) بيانات عدد أيام الرحلة الكاملة (d_{jr}) للسفينة وفقاً لخطة الحركة M_r

السفينة الأولى				السفينة الثانية						السفينة الثالثة			
d_1	D_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	d_9	d_{10}	d_{11}	d_{12}	d_{13}	d_{14}
20	26	40	36	15	22	26	44	46	15	20	26	42	50

جدول رقم (5-23) بيانات إجمالي الإيرادات (E_{jr}) المتحصلة من تشغيل السفينة عن الرحلة الواحدة بالآلاف دولار وفقاً لخطة الحركة M_r (بافتراض ثبات سعر النولون عند 30 دولار)

السفينة الأولى				السفينة الثانية						السفينة الثالثة			
E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}
123	81	150	129	261	261	168	144	156	273	441	108	126	168

و بتطبيق البيانات السابقة على معادلات النموذج ، يتكون لدينا نموذج خطط حركة السفن المتاحة لدى الشركة الملاحية المعنية على النحو التالي :-

$$Max.E(V) = 123V_1 + 81V_2 + 150V_3 + 129V_4 + 261V_5 + 261V_6 + 168V_7 + 144V_8 + 156V_9 + 273V_{10} + 441V_{11} + 108V_{12} + 126V_{13} + 168V_{14}$$

علماً بأن قيود البضاعة :-

$$78V_3 + 45V_5 + 54V_8 + 36V_9 + 69V_{10} + 108V_{13} \leq 438$$

$$84V_1 + 84V_4 + 105V_6 + 117V_{14} \leq 492$$

$$369V_{11} \leq 369$$

$$57V_2 + 105V_7 + 54V_{12} \leq 210$$

$$216V_5 + 204V_{10} \leq 450$$

$$39V_1 + 156V_6 + 90V_8 + 18V_{13} \leq 300$$

$$120V_9 + 72V_{11} + 51V_{14} \leq 261$$

$$24V_2 + 72V_3 + 45V_4 + 48V_7 + 54V_{12} \leq 363$$

و قيود أيام التشغيل :-

$$20V_1 + 26V_2 + 40V_3 + 36V_4 \leq 180$$

$$15V_5 + 22V_6 + 26V_7 + 44V_8 + 46V_9 \leq 120$$

$$15V_{10} + 20V_{11} + 26V_{12} + 42V_{13} + 50V_{14} \leq 100$$

أما قيد اللاسالبية فيكون :-

$$V_1, V_2, \dots, V_{14} \geq 0$$

و بحل المثال التطبيقي للنموذج السابق على الحاسب الآلي باستخدام برنامج "ليندو" LINDO - كما في النموذجين السابقين - كانت النتائج لعدد رحلات الخط المثلث لتشغيل السفن كما يظهرها الشكل رقم (4-5)، أما دالة الهدف و متغيرات القرار فقد سجلت القيم التالية:-

(1) - قيمة دالة الهدف Objective Function Value = 2808.056

يشير ذلك إلى أن الحل الأمثل لمشكلة تخطيط حركة سفن الشركة الملاحية محل الدراسة سيحقق إجمالي إيرادات قصوى مقدارها 2,808,056 دولار.

(2) - قيم متغيرات القرار Decision variables Value المثلى هي:-

$$3 = V_1$$

$$3 = V_3$$

$$1 = V_6$$

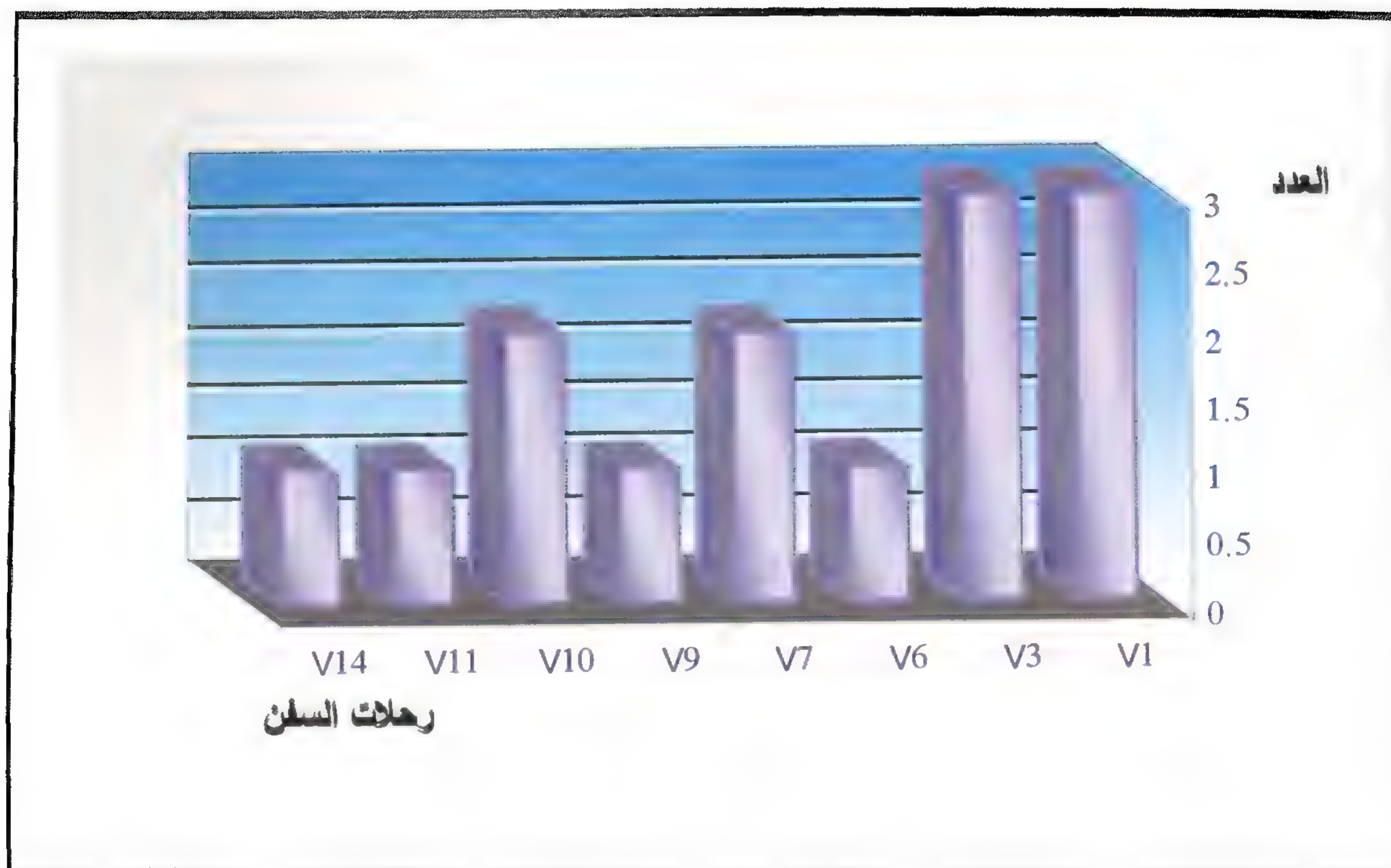
$$2 = V_7$$

$$1 = V_9$$

$$2 = V_{10}$$

$$1 = V_{11}$$

$$1 = V_{14}$$



شكل رقم (4-5) عدد رحلات الحل الأمثل للمودج تخطيط حركة السفن

و لبرهنة قيود المودج الخاصة بالبضاعة نعيد كتابتها مرة أخرى مقسومة على سعر النولون (30 دولار) لتكون على النحو التالي :

$$2.6V_3 + 1.5V_5 + 1.8V_8 + 1.2V_9 + 2.3V_{10} + 3.6V_{13} \leq 14.6$$

$$2.8V_1 + 2.8V_4 + 3.5V_6 + 3.9V_{14} \leq 16.4$$

$$12.3V_{11} \leq 12.3$$

$$1.9V_2 + 3.5V_7 + 1.8V_{12} \leq 7$$

$$7.2V_5 + 6.8V_{10} \leq 15$$

$$1.3V_1 + 5.2V_6 + 3.0V_8 + 0.6V_{13} \leq 10$$

$$4.0V_9 + 2.4V_{11} + 1.7V_{14} \leq 8.7$$

$$0.8V_2 + 2.4V_3 + 1.5V_4 + 1.6V_7 + 1.8V_{12} \leq 12.1$$

و بالتعويض عن قيم الحل الأمثل في القيود السابقة :

$$7.8 + 1.2 + 4.6 = 13.6 < 14.6$$

$$8.4 + 3.5 + 3.9 = 15.8 < 16.4$$

$$12.3 = 12.3$$

$$7 = 7$$

$$13.6 < 15$$

$$3.9 + 5.2 = 9.1 < 10$$

$$4 + 2.4 + 1.7 = 8.1 < 8.7$$

$$7.2 + 3.2 = 10.4 < 12.1$$

و كما يتضح من التعويض في القيود السابقة أن مجموع حمولات البضاعة = 90 ألف طن يتم نقلها وفقاً لتوزيع الجدول اللاحق (5-23). أما عن زمن تشغيل كل سفينة من السفن الثلاثة فيتم الحصول عليه بالتعويض في قيود أيام التشغيل كما يلي:-

(1) - السفينة الأولى:

$$20 V_1 + 26 V_2 + 40 V_3 + 36 V_4 \leq 180$$

$$60 + 120 = 180$$

(2) - السفينة الثانية:

$$15 V_5 + 22 V_6 + 26 V_7 + 44 V_8 + 46 V_9 \leq 120$$

$$22 + 52 + 46 = 120$$

(3) - السفينة الثالثة:

$$15 V_{10} + 20 V_{11} + 26 V_{12} + 42 V_{13} + 50 V_{14} \leq 100$$

$$30 + 20 + 50 = 100$$

جدول رقم (5-24) توزيع الشحنات المنقولة وفقاً لخطط الحركة المختلفة

المسار	المطلوب نقله	السفينة	الخطة	عدد الرحلات	الشحنة	الحمولة المنقولة
AB	14600	الأولى الثانية الثالثة	M3	3	2600	7800
			M9	1	1200	1200
			M10	2	2300	4600
						13600
AC	16400	الأولى الثانية الثالثة	M1	3	2800	8400
			M6	1	3500	3500
			M14	1	3900	3900
						15800
AD	12300	الثالثة	M11	1	12300	12300
						12300
AE	7000	الثانية	M7	2	3500	7000
						7000
BA	15000	الثالثة	M10	2	6800	13600
						13600
CA	10000	الأولى الثانية	M1	3	1300	3900
			M6	1	5200	5200
						9100
DA	8700	الثانية الثالثة الثالثة	M9	1	4000	4000
			M11	1	2400	2400
			M14	1	1700	1700
						8100
EA	12100	الأولى الثانية	M3	3	2400	7200
			M7	2	1600	3200
						10400
إجمالي الحمولات	96100					89900

و يتضح من التعويض في قيود الزمن السابقة، بأن السفن الثلاثة قد عملت خلال الفترة التقويمية المخطط لها مشغلة بالكامل دون توقف. و بناء على ما تقدم يمكننا وضع خطط الحركة المثلى لتشغيل السفن الثلاثة على النحو التالي :-

السفينة الأولى:

تشغل هذه السفينة لفترة 180 يوم ، تقوم فيها بستة رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 27.3 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 819 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M1 (ACCA) بثلاث رحلات ، حيث تشحن 2800 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها و تشحن 1300 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 20 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M3 (ABEA) بثلاث رحلات ، حيث تشحن 2600 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تبحر فارغة متجهة إلى الميناء E. من E تشحن 2400 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 40 يوم.

السفينة الثانية:

تشغل هذه السفينة لفترة 120 يوم ، تقوم فيها بثماني رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 24.1 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 723 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M6 (ACCA) برحلة واحدة تشحن فيها 3500 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها و تشحن 5200 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 22 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M7 (AEEA) برحلتين ، حيث تشحن 3500 طن في الميناء A متجهة إلى E لتفرغ حمولتها و تشحن 1600 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها الواحدة 26 يوم.

(3)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M9 (ABDA) برحلة واحدة تشحن خلالها 1200 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تتجه فارغة إلى D لتشحن 4000 طن سائرة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 46 يوم.

السفينة الثالثة:

تشغل هذه السفينة لفترة 100 يوم ، تقوم فيها بسبع رحلات ناقلة حمولة تبلغ في مجملها 36.8 ألف طن ، محققة إيرادات كلية مقدارها 1104 ألف دولار ، على أن تكون الخطط المثلى للحركة هذه السفينة كالتالي :-

(1)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M10 (ABBA) برحلتين شحن في الرحلة 2300 طن في الميناء A متجهة إلى B لتفرغ حمولتها و تشحن 6800 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في هذه الرحلة 15 يوم.

(2)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M11 (ADDA) برحلة واحدة ، حيث تشحن 12300 طن في الميناء A متجهة إلى الميناء D ، لتفرغ حمولتها و تشحن منه 2400 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في رحلتها هذه 20 يوم.

(3)- تقوم السفينة وفقاً للخطة M14 (ACDA) برحلة واحدة تشحن خلالها 3900 طن في الميناء A متجهة إلى C لتفرغ حمولتها ، ثم تتجه فارغة إلى D فتشحن 1700 طن عائدة لتفريغها في A. و تستغرق السفينة في هذه الرحلة 50 يوم.

و مما سبق يتضح ارتفاع إنتاجية السفينة الثالثة من حيث تحقيقها لقدر أكبر من الإيرادات الكلية و المتحصلة من نقلها لحمولة أكبر نسبة إلى السفينتين الأولى و الثانية خلال الفترة التقويمية الخاصة بها. أما بالنسبة لخطط الحركة الممثلة للحل الأمثل فإن الخطة M10 تحقق أكبر قدر من الإيرادات الكلية، لتبلغ 546 ألف دولار من شحن السفينة الثالثة لما مقداره 18.2 ألف طن من الحمولة وفقاً لهذا الخطة، تليها خطة الحركة M3 و التي تحقق للسفينة الأولى إيرادات تبلغ 450 ألف دولار من شحن 15 ألف طن من البضاعة. و تحقق الخطة M11 للسفينة الثالثة إجمالي إيرادات تبلغ 441 دولار عن نقل 47.7 ألف طن. هذا و يلاحظ أن الخطط التي استبعدها الحل الأمثل للنموذج هي تلك التي تحقق إيرادات أقل نسبياً من سواها، ليكون عدد رحلات كل خطة من الخطط الممكنة، كما أوردها حل النموذج هو ذلك العدد من الرحلات الكفيل بتحقيق دالة الهدف الخاصة بالشركة الملاحية، و المتمثلة في وضع الخطة المثلى لحركة السفن بما يكفل تحقيق أكبر إيراد كلي ممكن.

حواشي الفصل الخامس

- (1) - Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.: Part (1), Op. cit., 128.
- (2) - هدي،محمد سليمان : اقتصاديات النقل البحري، مرجع سابق، 61-77.
- (3) - Alderton,Patrich M.: Sea Transport "operations and economics", Thomas Reed, 1984, 155.
- (4) - الشريف،حسن علي : شحن و تفريغ السفن (الأصول و القواعد الفنية)، منشأة المعارف، الإسكندرية، د.ت.، 63.
- (5) - Stopford,Martin: Op. cit., 82.
- (6) - Evans,J.J. and Marlow,P.B.: Op. cit., 116.
- (7) - Garrod,Peter and Milklius,Walter: Op.cit.,217
- (8) - كدراسة كل من: جانسون و شنيرسون Jansson & Shneerson، جارود و ميلكليوس Garrod & Milklius، جوس و جونز Goss & Jones و غيرها من الدراسات التي ورد ذكرها في الفصل الأول.
- (9) - حيث أن إيرادات السفينة = الشحنة المنقولة × سعر نولون النقل.
- (10) - حيث أن : الربح أو الخسارة = إجمالي الإيرادات - إجمالي التكاليف.
- (11) - Lim,Seok-Min: Op. Cit.,149.
- (12) - Perakis,A.N. and Jaramillio,D.I.: part 1, Op. Cit.,186.

الفصل السادس

فصل ختامي

الفصل السادس

"فصل ختامي"

أولاً - ملخص البحث

ينقسم هذا البحث متضمناً ستة فصول إلى قسمين رئيسيين، أولهما نظري تحليلي يتناول الأمثلية و مفهومها، و يستعرض واقع الأسطول البحري التجاري السعودي و يحل مشكلاته. أما القسم الثاني فتطبيقي يتعلق بالنماذج الرياضية و تطبيقاتها على شركات الملاحة السعودية، عارضاً معايير و مؤشرات للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول الوطني. تبدأ الدراسة بفصل تمهيدي يتناول التعريف بمشكلة البحث و أهدافه، و أهم التعاريف و المصطلحات ذات العلاقة بالبحث. هذا و يستعرض الفصل أدبيات البحث، ليتناول العديد من النماذج الاقتصادية الرياضية التي يمكن الاستدلال بها في تحقيق أمثلية التشغيل الملاحي، فضلاً عن تناول الأدبيات لأهم الدراسات السابقة في مجال اقتصاديات النقل البحري. يختتم الفصل بإدراج منهج الدراسة و الخطوات المتبعة في إعداد النماذج الاقتصادية الرياضية للتشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري السعودي.

يشرح الفصل الثاني مفهوم الاقتصاد المثالي و الذي يبحث عن كل ما هو مثالي في علاقات الظواهر المختلفة محققاً الأهداف الاجتماعية إلى جانب الأهداف الاقتصادية للمجتمع، و الخلوص منه إلى أن أسلوب البرمجة الخطية يعد أحد الأساليب الأوسع انتشاراً و الأكثر ملائمة للوصول إلى الأوضاع المثلى، أي الحلول المثلى للمشكلات الإدارية و الاقتصادية و المتضمنة تخطيطاً للأنشطة في ظل محدودية الموارد. كما و يستعرض الفصل الثاني أهم معايير الأمثلية التي يلجأ إليها متخذو القرار بشركات الملاحة البحرية في سبيل تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول. قد تتمثل معايير الأمثلية في معيار تشغيل السفن بأقصى قدر متحقق من الأرباح، أو تحقيق أقل تكلفة تشغيل ممكنة، ليدل على مدى كفاءة تشغيل الشركة لسفنها، و يعكس بوضوح المركز المالي و القدرة التنافسية للشركة.

هذا و قد تعكس معايير التشغيل لسفن الأسطول طموحات و دوافع تتعدى الطموحات و الأهداف الذاتية للشركة إلى طموحات وطنية و قومية، فنجدها تتمثل في تشغيل السفن بما يكفل نقل أكبر حمولة ممكنة كمعيار يدل على كفاءة الأسطول و مدى مساهمته في خدمة

التجارة الخارجية للدولة. كما قد تتمثل هذه الدوافع في مساهمة أكبر للأسطول في زيادة الدخل القومي، فيتخذ عندها معيار تحقيق أكبر قيمة مضافة كمعيار للتشغيل الأمثل. و للدلالة على كفاءة أداء السفن و إنتاجيتها، و القدرة على تنفيذ العمليات الملاحية في أقصر وقت ممكن، فإنه يتم استخدام معيار أقل زمن لمكوث السفينة في الميناء كمعيار للتشغيل الأمثل.

يركز الفصل الثالث من هذه الدراسة على واقع الأسطول البحري السعودي، فيبدأ ببيان أهمية النقل البحري في الاقتصاد السعودي كمحرك رئيسي في عمليات التنمية الاقتصادية و الشاملة، و ارتباطه الوثيق بالتجارة الخارجية التي تشكل بدورها الجزء الأكبر من الدخل القومي للدولة. كما وأن تعزيز الأسطول الوطني و زيادة الاستثمارات في قطاع النقل البحري، يعمل على الوفر في حصيللة الدولة من العملات الأجنبية، و يحسن من وضع ميزان مدفوعاتها. هذا و أن الاهتمام بالنقل البحري ليس بالأمر الذي تبرره الآثار الاقتصادية المستولدة عن تطويره فحسب، إنما هو هدف من الأهداف القومية، و مطلب لتحقيق الاستقلال السياسي و الاقتصادي للدولة. ومن خلال هذا الجزء من الفصل الثالث تبرز أهمية امتلاك الدولة ممثلة في شركات الملاحة الوطنية لأسطول بحري مؤهل و كفء يخدم التجارة الخارجية بفعالية، و يحقق المزايا الاقتصادية و القومية الناجمة عن تطوير هذا القطاع الحيوي. و يتناول هذا الفصل بالتحليل هيكل الأسطول البحري السعودي من حيث حجم و حمولة السفن و نوعياتها، إضافة إلى وضع الشركات الملاحية الوطنية و التي رغم قيامها بدور ملحوظ في نقل صادرات المملكة و وارداتها، و تطورها في مدى زمني قصير نسبياً، إلا أنها تعاني من انخفاض نسبة مساهمتها في نقل تلك التجارة، و عدم قدرتها على إيجاد موقع متميز لها في السوق الملاحى.

قامت الدراسة في هذا الفصل بالوقوف على أهم المشكلات و المعوقات التي تواجه الشركات الملاحية الوطنية. فقطاع النقل البحري اليوم يخوض تحولاً جذرياً نحو عالم جديد يقوم في المقام الأول على التكنولوجيا الحديثة، و الذي حققت من خلاله الشركات الملاحية الكبرى نجاحاً ملموساً مع تطبيقها لتلك التكنولوجيا و مساهمتها لكل ما هو جديد، مما زاد من سيطرتها الاحتكارية على السوق الملاحى. كان ذلك النجاح عبء تحملته شركاتنا الوطنية، لتتضاعل مساهمتها في خدمة تجارة بلادها الخارجية أمام سيطرة الشركات الأجنبية، و ذلك في ظل غياب التحديث المستمر و عدم كفاءة الهياكل الأساسية لقيام أسطول بحري قوي و قادر على المنافسة. و بذلك فقد كانت شدة منافسة الشركات الملاحية الكبرى للشركات الوطنية من أهم المشكلات التي تعاني منها هذه الأخيرة، خاصة مع انخفاض إمكانياتها سواء

الفنية أو الإدارية أو التكنولوجية. كما كان لغياب مصادر التمويل اللازمة لهذه الصناعة ذات الكثافة الرأسمالية و انخفاض الدعم الحكومي المقدم دورهما في إضافة أعباء أكبر على عاتق الشركات الوطنية.

يختص الفصل الرابع من البحث بالتركيز على النماذج الاقتصادية الرياضية من حيث دور الأسلوب الرياضي في تطوير البحوث الاقتصادية، و تطور هذا الأسلوب بشكل كبير ليصبح سمة تميز معظم الدراسات الحديثة، لما يحققه استخدام المنطق الرياضي من مزايا في التحليل الاقتصادي تفوق تلك التي يمكن تحقيقها باستخدام المنطق اللفظي فقط. لقد شهد القرن العشرين تطورات هائلة في أساليب البرمجة الرياضية و التي كان لظهور الحاسبات الآلية و لانتشار استخدامها دور كبير في تطورها، فكانت البرمجة الخطية من أكثر التقدمات العلمية في هذا المجال تطوراً، و انتشر استخدامها في العديد من المجالات. و كان قطاع النقل البحري مجالاً خصباً لاستيعاب تطبيقات البرمجة الرياضية و استخدامات الحاسب الآلي، فسارعت شركات الملاحة الكبرى لتطبيق هذه البرامج في سبيل تحقيق التشغيل الأمثل لسفنها، هذا في حين لازالت شركاتنا الوطنية تتبع أساليبها التقليدية و القائمة على تحكيم العرف و الخبرة الإدارية لتشغيل أساطيلها البحرية. و بدون شك فإن الشركات الملاحية التي ترغب اليوم في البقاء و الاستمرار على الساحة الملاحية هي تلك الأكثر قدرة على معايشة التطور المستمر، و استخدام الأساليب الحديثة في الإدارة و التشغيل.

تتبلور المشكلة الأساسية لهذا البحث في الفصل الخامس الذي يتناول تطبيقات النماذج الاقتصادية الرياضية على سفن أسطول النقل البحري السعودي. يبدأ الفصل باستعراض مؤشرات التشغيل الأمثل لسفن الشركات الملاحية، و التي يمكن من خلالها تقييم إنتاجية الأسطول وكفاءة أدائه و رشده استخدام إمكانياته المتاحة. تنقسم مؤشرات التشغيل إلى مؤشرات طبيعية و مؤشرات مالية، بحيث تحدد المؤشرات الطبيعية حجم نشاط الأسطول و حمولته و زمن تشغيله، و درجة استخدام هذا الأسطول. و عليه تكون المؤشرات الطبيعية إما كمية أو نوعية. هذا و تتمثل المؤشرات المالية في تلك المؤشرات التي تدل على مدى قدرة الشركات الملاحية على التحكم في وضعها المالي من إيرادات و تكاليف. و تطرح الدراسة أمثلة تطبيقية لكل مؤشر من المؤشرات السابقة لحالات سفن مختلفة تقوم بتشغيلها شركات وطنية.

إن الظاهرة التي يعالجها البحث إنما تتمثل في وجود العديد من الصعوبات و المشكلات التي تواجه شركات الملاحة السعودية و تحد من قدرتها على إثبات وجودها على

ساحة السوق الملاحى العالمى. و يعنى هذا الأمر ضرورة العمل على رفع الكفاءة التشغيلية و الإدارية لهذه الشركات، و استغلال طاقاتها المتاحة و تخصيصها تخصيصاً أمثلاً، لتحقيق العائد و المردود الاقتصادى المطلوب للاستمرار فى نشاطها الملاحى. و لتحقيق العائد الاقتصادى المطلوب يكون من الضرورى أن تسعى الشركات الملاحية إلى مسايرة الثورة العلمية و التكنولوجيا السائدة، باتباعها للطرق و الأساليب العلمية الحديثة و استخدام النماذج الرياضية التى تساعد متخذ القرار بالشركة الملاحية فى العمل على تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول الخاص بها.

و على ذلك فقد احتوى الفصل الخامس على ثلاثة نماذج رياضية للتشغيل الأمثل لسفن الشركات الملاحية، بحيث يختص كل نموذج بجانب من جوانب المشكلات التشغيلية التى قد تواجه أى شركة ملاحية تمتلك عدد من السفن، و ترغب فى تشغيلها تشغيلاً أمثلاً تحقق من خلاله أهدافها الأساسية. وقد اعتمدت الدراسة فى حل نماذجها الرياضية على تطبيق حالات لشركات ملاحية سعودية معتمدة أسلوب البرمجة الخطية، و حلها ببرنامج للحاسب الآلى. وضعت الدراسة النموذج الأول بحيث يركز على تحديد الحجم الأمثل من السفن لكل خط من الخطوط الملاحية، بحيث يناسب النموذج حالة شركة ملاحية تقوم بتشغيل سفناً ذات أحجام مختلفة من نوع واحد على عدد من الخطوط الملاحية، و ترغب فى تحديد الحجم الأمثل لكل خط ملاحى و الذى يكفل تحقيق أسمى تكلفة ممكنة لنقل الطن الواحد من الحمولة. يعنى النموذج الثانى بالتخصيص الأمثل للسفن ذات النوعيات المختلفة على عدة مسارات، بحيث يتم من خلاله اختيار المسار الأمثل لكل نوع من أنواع السفن المتاحة محققاً بذلك للشركة أقصى ربح ممكن. و أخيراً يتمثل النموذج الثالث فى تخطيط حركة سفن الشركة العاملة على مسارات مختلفة، و تحديد خطة حركة كل سفينة من السفن على المسارات المتاحة ما بين موانئ شحن و تفريغ، و التى تدر على الشركة بأكبر قدر ممكن من الإيرادات.

و تختتم الدراسة بالفصل السادس محتوياً على الملخص و أهم النتائج التى تم التوصل إليها، و من ثم الخروج منها بالتوصيات و السياسات الملائمة و الواجب إتباعها فى سبيل تطوير الأسطول الوطنى، و تحقيق التشغيل الأمثل لسفنه.

ثانياً - نتائج البحث

من استعراض ما احتوى عليه هذا البحث من موضوعات، تم التوصل إلى النتائج التالية:-

(1) - إن التخصيص الأمثل للموارد المتاحة وذات الاستخدامات البديلة و المتنافسة، و إعادة التخصيص استجابة لتغير الظروف و المستجدات من الأمور الواجب تحقيقها للوصول إلى الكفاءة الاقتصادية، و بالتالي الحصول على أكبر منفعة أو عائد اقتصادي ممكن. و أنه متى تم تخصيص الموارد تخصيصاً أمثلاً، فإن المجتمع عندها يبلغ أقصى حد من الرفاهية و يحقق التوازن العام.

(2) - إن تحقيق أمثلية تشغيل سفن الأسطول البحري يمكن أن يقوم على عدد من المعايير، لكل معيار منها أهدافه و دوافعه. يلعب الربح دوراً مهماً كهدف أساسي لأي نشاط اقتصادي أو إنتاجي، و هو معيار لأمثلية تشغيل الشركة الملاحية يعكس المركز المالي و كفاءة تشغيل الشركة لسفنها. كما تعتبر التكاليف من أهم العناصر المؤثرة على استمرارية الشركة و قدرتها التنافسية، و عليه يكون تشغيل السفن بأقل تكلفة تشغيل ممكنة دليلاً واضحاً على التشغيل الأمثل لسفن الأسطول.

(3) - عندما يكون معيار الأمثلية متمثلاً في نقل أكبر حمولة، و رفع مساهمة الأسطول في خدمة التجارة الخارجية للدولة، و بالتالي تقليل الاعتماد على خدمات النقل الأجنبي، فإن أهداف الشركة عندها تتركز على دعمها للأسطول الوطني ككل، و تغليب المصلحة القومية على مصالحها الذاتية. كذلك الحال عندما تسعى الشركة و هي بصدد تحقيق أمثلية تشغيل سفنها إلى محاولة الوصول إلى أقصى قيمة مضافة تسهم بها في زيادة الدخل القومي. و قد يتمثل معيار الأمثلية في تحقيق أكبر إيراد من العملات الأجنبية، بحيث يؤدي التشغيل الأمثل لسفن الأسطول إلى الوفرة في العملات الأجنبية بحيث يتم من خلالها تعزيز وضع ميزان المدفوعات.

(4) - إن اتخاذ معيار أقل زمن لمكوث السفينة بالميناء يكفل للشركة الملاحية تحقيق عملياتها الملاحية في أقصر فترة زمنية ممكنة و يحقق كفاءة تشغيلها للسفن.

(5) - وضوح أهمية النقل البحري للاقتصاد الوطني، وإسهامه في نمو النشاط الاقتصادي للدولة. وأن نجاح خطط التنمية مرهون بمدى تطوير قطاع النقل البحري كمحرك أساسي للتجارة الخارجية. فكل تطوير وتحديث يرقى بمستوى الصناعة البحرية يتبعه تطور أكبر في النشاط الاقتصادي برمته وفقاً لمضاعف الإنفاق الاستثماري في هذه الصناعة. هذا وتوضح أهمية قطاع النقل البحري ودوره المهم في برنامج التنمية الشاملة للبلاد من عدة جوانب، تناولت الدراسة أهمها متمثلة فيما يلي:-

أ - إن عائدات النقل البحري لها مساهمتها المباشرة وغير مباشرة في نمو وتنويع مصادر الدخل القومي.

ب - إن العوائد الرأسمالية للاستثمار البحري تؤثر إيجابياً على القيمة المضافة وبالتالي على الأجور، ومن ثم زيادة الفائض الاقتصادي.

ج - يعمل الاستثمار في مشروعات النقل البحري على تنويع العمالة وخلق فرصاً جديدة للعمل في الصناعات البحرية ذاتها، أو في الصناعات والأنشطة المرتبطة بها والناشئة عن تطويرها.

د - يستلزم تطوير قطاع النقل البحري إنشاء وتطوير صناعات أخرى مساندة، الأمر الذي يعمل على اتساع القاعدة الصناعية.

هـ - يعمل النقل البحري على تنويع وتعدد البضائع والسلع المتاحة في السوق فيؤدي إلى اتساع السوق المحلي.

و - يوفر وجود أسطول وطني قادر على خدمة التجارة الخارجية للدول العملات الأجنبية التي تساهم في تحسين وضع الميزان الملاحى في ميزان مدفوعات الدولة، من خلال أجور الشحن التي يتحصل عليها الأسطول والتي كان يمكن أن توجه لصالح الشركات الأجنبية فيما لو قامت هذه الأخيرة بعملية النقل.

(6) - إن تطوير الأسطول الوطني هو مطلب قومي وسياسي بقدر ما هو مطلب اقتصادي، وإدراك الدولة لأهمية تحقيق استقلالها الاقتصادي والسياسي، ومدى خطورة سيطرة خدمات النقل البحري الأجنبي على تجارتها الخارجية، يبرز مدى اهتمام الدولة بتطوير هذا القطاع ودعمه. يتضح ذلك من اهتمام الدولة بالموانئ وتحديثها باعتبارها العنصر الأساسي لمواكبة التحركات السريعة لتدفقات التجارة، ودعم المشروعات الملاحية، وتأسيس عدد من الشركات الملاحية على المستوى الإقليمي والعربي.

(7) - إن استعراض واقع الأسطول السعودي من حيث دوره في خدمة التجارة الخارجية للمملكة، و من حيث شركات الملاحة الوطنية القائمة على خدمة هذه التجارة، يبرز عدد من القضايا الهامة التي يجب أخذها بعين الاعتبار، وهي:-

أ - انخفاض و تدني مساهمة الأسطول الوطني السعودي في نقل التجارة الخارجية إلى نسبة أقل بكثير من المستوى المقبول.

ب - سيطرة دول أعلام التسجيل المفتوح على نقل جزء لا يستهان به من التجارة الخارجية للمملكة.

ج - استحواذ ناقلات النفط و منتجاته على النصيب الأكبر من السفن السعودية، و هو أمر متوقع استوجبته الطبيعة الاقتصادية للدولة. هذا في الوقت الذي تتخفص فيه نسبة الحاويات بشكل ملحوظ رغم التوجه العالمي المتزايد نحو التحوية، و استخدام الحاويات كعنصر أساسي في نظام النقل متعدد الوسائط.

د - تشكل خمس شركات ملاحية بسفنها 50% من السفن المكونة للأسطول البحري السعودي، بينما تمتلك الخمسون شركة الباقية النصف الباقي من السفن.

هـ - تواجه الشركات الملاحية الوطنية مشكلات تشغيلية تعمل على تقليص دورها في خدمة التجارة الخارجية، و تعمل على إضعاف موقفها التنافسي في السوق الملاحية.

(8) - إن المنافسة الأجنبية من الشركات و التحالفات الملاحية العملاقة التي تشهدها الشركات الوطنية هي من أهم المشكلات التي تواجه هذه الشركات و تحد من إمكانياتها. هذا فضلاً عن ضعف إمكانيات الأسطول غياب العديد من المقومات اللازمة لتطويره و رفع قدرته التنافسية. و من تحليل أهم المشكلات التي تواجه شركات الملاحة الوطنية يتضح ما يلي:-

أ - إن سفن الأسطول البحري السعودي تعمل ما دون طاقتها الاستيعابية، الأمر الذي يعني غياب الاستغلال الأمثل و وجود فائض طاقة غير مستغلة.

ب - معظم سفن الأسطول السعودي نوات حجم صغير نسبياً في الوقت الذي تسعى فيه الشركات العالمية إلى تشغيل سفن أكبر للاستفادة من الوفورات الاقتصادية للحجم.

ج - ارتفاع معدل العمر في السفن السعودية، و إن معظم السفن السعودية بحاجة إلى التجديد و الإحلال البديل و في المدى القصير.

د - الأسطول السعودي غير مجهز لتلبية كافة أنواع البضائع، حيث يعاني من قصور في السفن المتخصصة لنقل المواد السائبة ولبضائع الصب الجاف و سفن الحاويات.

هـ - افتقار شركات الملاحة الوطنية للخبرات الإدارية و التسويقية الحديثة و عدم مواكبتها للتطورات الاقتصادية العالمية بالسرعة المطلوبة.

و - غياب الاعتماد على الحاسبات الآلية و برامجها في إدارة و تشغيل و جدولة سفن الشركات الملاحية.

ز - نقص الكوادر البشرية و الخبرات المؤهلة للنهوض بالصناعة البحرية، و هيمنة العمالة الأجنبية، نظراً لانخفاض درجة إقبال الأيدي العاملة السعودية على هذه الصناعة. و على الرغم من كون التحديث و الأخذ بالتكنولوجيا المتطورة يستدعي الوفرة في العنصر البشري، إلا أن العنصر البشري الكفاء و المؤهل لا يزال هو الأساس في نجاح العملية الملاحية.

ح - إحجام المستثمرون عن دخول المشروعات ذات العلاقة بالصناعة البحرية باستثماراتهم نظراً لضخامة رؤوس الأموال المطلوبة من ناحية، و لارتفاع درجة المخاطرة فيها من ناحية أخرى.

ط - عدم وجود الدعم الحكومي الكاف و المقدم للشركات الملاحية الوطنية مقارنة بالدول الصناعية التي تساند أسطولها الوطني سواء بمنح إعانات مباشرة أو مساعدات و تسهيلات غير مباشرة.

(9) - كان لظهور الحاسبات الآلية و تطور نظم المعلومات و استخدام المنطق الرياضي بتوسع الأثر الواضح في تطوير البحوث و الدراسات الاقتصادية، و إضفاء مزيد من الدقة و القوة لهذه البحوث. و فيما يخص النقل البحري، فقد كان مجالاً خصباً لاستيعاب التكنولوجيا المتطورة و التطبيقات الرياضية و الحاسبات، حيث أدى استخدام الحاسبات الآلية إلى تطوير إدارة السفن و تشغيلها و رفع مستوى أدائها الاقتصادي. و يمكن القول بأن استخدام الحاسبات في المجال الملاحي كان له العديد من المزايا، من أهمها:-

أ - دعم مقدره الشركات الملاحية على تشغيل و إدارة سفنها بكفاءة و فعالية.

ب - تطور الموانئ و تجهيزاتها و خدماتها، الأمر الذي يعمل على خدمة السفينة بسهولة و سرعة و كفاءة أكبر.

ج - إجراء الدراسات و البحوث البحرية المختلفة، و حل مشكلاتها المصاغة رياضياً بسرعة و دقة.

د - وضع السياسات البحرية على أسس علمية أكثر دقة و موضوعية.

هـ - ظهور العديد من البرامج الجاهزة و النماذج المرنة سهلة التطبيق، تتيح للمخططين و متخذي القرار بالشركات الملاحية سرعة التوصل إلى الحلول المثلى لمشكلات الجدولة و التشغيل و الإدارة و غير ذلك.

و - الوصول إلى عائد اقتصادي أفضل و تحقيق أهداف الشركة الملاحية من خلال التشغيل الأمثل للسفن.

(10) - يتضح من استعراض الدراسة للمؤشرات الكمية في تشغيل السفن أن إنتاجية سفن الأسطول البحري و كفاءة تشغيله سوف تحقق تحسناً و ارتفاعاً كلما:-

أ - زاد وزن الحمولة المنقولة خلال الفترة التقويمية للسفينة.

ب - زادت حمولة السفينة/ يوم تشغيل.

ج - زادت نسبة حمولة السفينة/ ميل.

(11) - تعكس المؤشرات النوعية لتشغيل السفن درجة استخدام سفن الأسطول و كفاءة استخدامه، و التي تزيد كلما:-

أ - زاد متوسط حمولة السفينة.

ب - ارتفع معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة.

ج - انخفض متوسط زمن رحلة السفينة.

د - انخفض متوسط زمن فترة التشغيل للطن من الحمولة.

هـ - زاد معامل زمن الإبحار.

و - زادت قيمة معامل التحميل.

ز - زاد معامل التستيف.

ح - زاد معامل الدورية.

- ط - انخفض معامل المسافة المقطوعة للسفينة فارغة.
- ي - انخفض متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد.
- ك - انخفض متوسط طول مسافة النقل للطن الواحد من الحمولة عن الرحلة.
- ل - زاد المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة.
- م - زاد المتوسط اليومي لشحن و تفريغ السفينة.
- ن - زادت إنتاجية الطن الواحد حمولة في كل يوم تشغيل.
- (12) - تعتمد المؤشرات المالية على إيرادات الشركة و تكاليفها، و يمكن من خلالها الحكم على المركز المالي و الكفاءة التشغيلية لسفن الشركة، بحيث يقوى المركز المالي و تحقق الشركة كفاءة تشغيلية أكبر كلما:-
- أ - زاد إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة.
- ب - زاد إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة.
- ج - انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة.
- د - انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة المقطوعة.
- هـ - انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة.
- و - انخفضت تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة لكل ميل من المسافة المقطوعة.
- (13) - من نموذج تحديد الحجم الأمثل من السفن لكل خط ملاحى، و بالتطبيق على حالة شركة ملاحية تعمل على تشغيل عدد من السفن ذوات نوعية محددة و أحجاماً مختلفة على عدد من الخطوط الملاحية، يتضح الآتي:-
- أ - أنه ليس هناك حجم أمثل محدد للسفينة يمكن اتخاذه كمقياس لجميع الحالات، إنما يتمثل الحجم الأمثل بذلك الحجم من السفن الذي يحقق للشركة أدنى تكلفة تشغيل ممكنة لنقل الطن الواحد من البضاعة لمسافة معينة، و يتحدد هذا الحجم وفقاً للعديد من العوامل المحددة لتكاليف التشغيل الكلية، و منها:-
- عدد السفن العاملة للشركة و نوعياتها و حمولاتها.

- الخطوط الملاحية أو المسارات المتاحة من حيث المسافات المقطوعة، و عدد موانئ الشحن و التفريغ و رسومها، و الشحنات المتاحة على كل منها.

- زمن تشغيل السفينة للرحلة من حيث زمن الإبحار و زمن المكوث بالموانئ.

ب - تزيد تكاليف التشغيل الكلية كلما زادت عدد أيام الرحلة لأي حجم من أحجام السفن على كل خط ملاحى، و كلما طالت المسافة التي تقطعها كل سفينة على كل خط ملاحى. هذا و تزيد التكاليف أيضاً مع زيادة حجم السفينة و حجم البضاعة المنقولة.

ج - إن التكلفة التشغيلية لنقل الطن الواحد من البضاعة و التي تحدد الحجم الأمثل للسفينة لا تتغير بتغير أيام الرحلة أو المسافة المقطوعة طالما تحددت التكاليف الكلية، ليبقى حجم البضاعة المنقولة هو العامل المؤثر على هذه التكلفة. و كلما زاد حجم السفينة انخفضت تكلفة نقل الطن من الحمولة، و عليه فإن السفن الأكبر حجماً هي الأكثر جدوى من الناحية الاقتصادية.

(14) - يتبين من نموذج التخصيص الأمثل لسفن الأسطول البحري على المسارات المختلفة، أنه متى تم تحديد إيرادات التشغيل وفقاً لسعر النولون و البضاعة المنقولة، فإن الأرباح التي ستحققها الشركة إنما تتوقف على التكاليف الكلية للتشغيل. و يلاحظ أن تكاليف تشغيل السفينة تزيد مع كل زيادة في زمن الرحلة، و مع زيادة طول المسافة التي تقطعها السفينة على كل مسار من المسارات المتاحة و لكل نوع من أنواع السفن.

(15) - إن لكل نوع من الأنواع المتاحة من السفن المسار الأمثل الذي يناسبه أكثر من سواه، و يكون النوع من السفن الأكثر ملائمة للمسارات المختلفة هو ذلك الذي يحقق أعلى صافي ربح ممكن للرحلات الممكنة على المسارات المختلفة، و غالباً ما يكون هذا النوع من أنواع السفن المتاحة لدى الشركة الملاحية هو صاحب العدد الأكبر من السفن، و زمن الرحلات الأقصر نسبياً، و كذلك نو زمن و تكاليف توقف أقل.

(16) - عندما يحتوي الخط الذي تعمل عليه الشركة الملاحية على العديد من موانئ الشحن و التفريغ، يستلزم الأمر وضع نموذج لتخطيط حركة السفن على المسارات المختلفة و بين الموانئ المختلفة بما يحقق للشركة التشغيل الأمثل للسفن. و لما كانت الإيرادات الكلية التي تحققها الشركة تتوقف على سعر النولون و الكميات التي تنقلها سفنها من البضاعة، و مع افتراض عدم مقدرة الشركة على التحكم في سعر نولون الشحن، فإن زيادة الإيرادات الكلية

لتشغيل السفن تصبح مرهونة بزيادة الحمولة المنقولة بواسطة تلك السفن. و على ذلك فإن الخطة المثلى لحركة السفن على المسارات المختلفة تتمثل في تلك الخطة التي تكفل للشركة تحقيق أكبر قدر من الإيراد من خلال نقل السفينة لأكبر حمولة ممكنة بين نقاط الشحن المختلفة.

(17) - من استعراض النماذج الثلاثة التي تحتويها الدراسة يتضح إمكانية تطبيق هذه النماذج في أي شركة ملاحية، مهما اختلف عدد السفن التي تمتلكها الشركة أو المسارات التي تعمل عليها السفن، و أيضاً يمكن تطبيق النماذج مع تغيير دالة الهدف أو زيادة القيود المفروضة على النموذج. ليتم من خلال النماذج تحديد عدد رحلات كل سفينة الذي يكفل تحقيق دالة الهدف.

(18) - مرونة النماذج الرياضية للبرمجة الخطية، و سهولة تطبيقها في الشركات الملاحية و لحل المشكلات التشغيلية المختلفة التي تواجه متخذي القرار و مشغلي السفن، سواء تلك المتعلقة بتحديد الحجم الأمثل للسفينة أو مشكلات الجدولة و خطط الحركة أو التوزيع و التخصيص الأمثل. و أنه بالاعتماد على البرامج الجاهزة للحاسب الآلي يمكن للشركة التوصل إلى القرارات الصحيحة و الحلول الدقيقة في أسرع وقت و بأقل تكلفة، و بما يضمن تحقيق التشغيل الأمثل لسفن أسطولها البحري.

ثالثاً - توصيات البحث

من استعراض موضوعات البحث و النتائج التي تم التوصل إليها، تخرج الباحثة بعدد من التوصيات و المقترحات الكفيلة بتحقيق التشغيل الأمثل لسفن الأسطول البحري التجاري السعودي، و التي تم تلخيصها فيما يلي:-

(1) - ضرورة العمل على تحقيق أمثلية التشغيل بتخصيص الموارد المتاحة لدى الشركة الملاحية و إعادة التخصيص باستمرار وفق المستجدات على الساحة الملاحية، بحيث يتم توزيع الموارد وفق استخداماتها البديلة و المتنافسة أفضل توزيع ممكن بما يكفل تحقيق الكفاءة الاقتصادية في تشغيل الشركة الملاحية لسفنها.

(2) - اتباع الأساليب العلمية الحديثة و رفع مستوى الأداء و الكفاءة الإدارية و التشغيلية بما يولد ربحاً حقيقياً ناجماً عن انخفاض فعلي في التكاليف. ففي حالة صعوبة التحكم في الإيرادات نتيجة انخفاض أسعار الشحن، يتحتم البحث عن أساليب و طرق جديدة مبتكرة تؤدي إلى خفض التكاليف.

(3) - الأخذ في الاعتبار بالأهداف القومية إضافة إلى الأهداف المالية للشركة الملاحية، و مراعاة تلك المعايير التي تعمل على رفع مستوى أداء الأسطول الوطني في مجموعه، و دعم و تعزيز وضع الاقتصاد القومي من خلاله. و يكون ذلك بمحاولة نقل أكبر حمولة ممكنة، و الحصول على أكبر إيراد من العملات الأجنبية، و زيادة القيمة المضافة للنشاط البحري.

(4) - وجوب العمل على تقليل زمن مكوث السفن بالموانئ، خفضاً للتكاليف و تحقيقاً لإنتاجية أكبر للسفينة، و يتأتى ذلك عن طريق:-

أ - التخصيص الأمثل لأرصفة الموانئ و المخازن و التجهيزات.

ب - رفع الكفاءة التشغيلية لمعدات تداول البضائع و تحديثها و الحد من الاعتماد على الطرق التقليدية.

ج - العمل على سرعة إنجاز عمليات الشحن و التفريغ.

د - رفع مستوى كفاءة و إنتاجية العمالة بالموانئ.

هـ- الاختيار الأمثل لمتعهدي الشحن و التفريغ من نوي الخبرة و الكفاءة.

(5) - حتمية القيام بدور أكبر في دعم و تطوير قطاع النقل البحري بالصورة التي تمكن وحدات هذا القطاع من شركات و وكلاء ملاحيين، و الجهات المرتبطة من تحقيق دور أكبر في الاقتصاد القومي، و يتطلب ذلك ما يأتي:-

أ - توجيه عناية خاصة للشركات العاملة بقطاع النقل البحري، و العمل على تحريرها من المشكلات و الصعوبات التي تواجهها و تعوق من مقدرتها على التواجد و الاستمرار و المنافسة.

ب - الاهتمام بإعداد البحوث و الدراسات التي تتناول مشكلات الصناعة البحرية و إلقاء الضوء على الحلول و التوصيات المقترحة بها، و التي قد تساهم بشكل أو بآخر في التوصل إلى حلول فعلية لتلك المشكلات.

ج - الأخذ بتجارب الشركات الملاحية العالمية المنافسة ذات الكفاءة و الجودة في خدماتها، و التكنولوجيا المتبعة، و أساليبها الإدارية و التشغيلية.

د - تدعيم دور الاتحادات الملاحية الخليجية و العربية بما يحقق مصالح دول المنطقة.

هـ- حقن الهدر و التسرب في نفقات النقل و التي تحظى بها الشركات الأجنبية في ظل غياب الدور المطلوب للشركات الوطنية.

و - التخفيف من ظاهرة هجرة السفن السعودية للتسجيل بدول أعلام الملائمة، و البحث عن الأسباب الحقيقية و محاولة تلافيها.

ز - تطوير وظيفة الموانئ لتصبح أكثر شمولية و قدرة على استيعاب الخدمات الجديدة، و اتباع التكنولوجيا المتطورة خاصة في مجال المعلومات و الاتصالات الآلية.

ح - توفير متطلبات وجود شبكة نقل متكاملة مع تطوير الشبكات الحالية برية و بحرية و جوية لمواجهة التحديات العالمية المقبلة.

ط - مراجعة الأنظمة و القوانين الحالية بما يضمن انضباط النقل البحري و تنظيمه بما يتماشى مع الأنظمة القوانين الدولية.

(6) - رفع القدرة التنافسية لشركات الملاحة الوطنية بما يكفل أداء دورها المطلوب لصالحها و صالح اقتصاد بلادها، بتوفير المناخ و الظروف الملائمة و توفير الإمكانيات

اللازمة. فالقدرة على المنافسة محكومة بتوافر المناخ الملائم لأداء أفضل و تحقيق أمثل للأهداف. و عليه يستوجب على الشركات الملاحية القيام بالتالي:-

أ - التنسيق بين الشركات الملاحية بعضها البعض، و بينها وبين الجهات المختلفة المعنية بشئون النقل البحري خاصة و النقل ككل عامة لقيام نظام متكامل حديث للنقل الشامل.

ب - تشجيع الاندماج بين الشركات الصغيرة العاملة في قطاع النقل البحري لتكوين كيانات أكبر و أكثر قدرة على المنافسة، حيث تؤدي اقتصاديات الحجم الكبير في الإدارة و التشغيل إلى تعظيم الأرباح و تقنية تكاليف التشغيل و الحصول على نصيب أكبر من السوق. و السعي نحو الاندماج و التكامل على المستوى العربي و الإسلامي في هذا المجال.

ج - تحسين التركيب النوعي للسفن السعودية بتحديث الأسطول الحالي باستخدام سفن حديثة عالية التكنولوجيا أكثر تخصصاً و أكبر حجماً، و لعل سفن الحاويات هي الأكثر ملائمة اليوم لضمها إلى السفن المكونة للأسطول السعودي.

د - رفع كفاءة الإدارة و التشغيل بتطوير الأساليب الإدارية المتبعة و التكيف مع التغيرات و المستجدات الراهنة و العمل على مسايرة تلك المستجدات لصالح الشركات الملاحية.

هـ - تطوير الكوادر البشرية الإدارية و الفنية المتاحة، و رفع إنتاجيتها بالتدريب و إعادة التأهيل بما يتماشى و التغيرات الراهنة.

(7) - إعطاء الدولة مزيد من الاهتمام لمشكلة العنصر البشري الوطني المؤهل و المساهم في رفع كفاءة قطاع النقل البحري، و تنمية القوى البشرية القادرة على الالتحاق بهذا القطاع، و يتطلب ذلك ما يلي:-

أ - وضع استراتيجيات محددة و نظام وطني متكامل لتدريب و إعداد العمالة الجديدة، و رفع إنتاجية العمالة القائمة و قدراتها الفنية و الإدارية بإعادة تأهيلها بصورة تحقق أداء أفضل.

ب - تشجيع التحاق الشباب السعودي بالصناعة البحرية بحوافز مادية و معنوية، مع رفع الوعي الاجتماعي بأهمية هذه الصناعة للاقتصاد القومي، و مطالبة وسائل الإعلام المختلفة للقيام بدور أكبر في هذا الشأن.

ج - عقد المؤتمرات و الندوات التي تعني بشئون تنمية الموارد البشرية خاصة في المجال البحري، و تبادل المعلومات و الخبرات في هذا المجال.

د - إنشاء المدارس و المعاهد و مراكز التدريب البحرية المتخصصة تحت إشراف وزارة النقل و المواصلات.

هـ - دعم التعاون المشترك مع الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري بالإسكندرية و بين وزارة النقل و المواصلات لتخريج الكوادر المتخصصة و المطلوبة في المجال البحري.

(8) - زيادة الدعم الحكومي المقدم لشركات الملاحة الوطنية و المشروعات ذات العلاقة بالصناعة البحرية، و العمل على تخفيف حدة المشكلات المالية التي تواجه هذا القطاع، و ذلك عن طريق:-

أ - وضع السياسات التشجيعية و التيسيرية لملاك السفن و مشغلوها و المعنية بتقديم أساليب مختلفة للدعم و المساعدة.

ب - تخفيض رسوم الإرساء و مناولة البضائع بالموانئ، و منح استثناءات و تسهيلات خاصة للسفن الوطنية بموانئ المملكة، خاصة فيما يتعلق بالنقل الساحلي.

ج - منح الشركات الملاحية قروضاً ميسرة لبناء و شراء سفن جديدة تخدم و بكفاءة الأسطول الوطني.

د - مساواة الصناعة البحرية بالصناعات الأخرى فيما يتعلق بوجود مؤسسات مالية تختص بتقديم القروض للشركات العاملة في هذه الصناعة كصندوق للتنمية البحرية أو بنك بحري متخصص.

هـ - توجيه القطاع المصرفي للقيام بدور رائد في دعم المشروعات البحرية، و تقديم القروض و التسهيلات الائتمانية للشركات الملاحية و بضمانات تحددها الدولة.

(9) - الاهتمام بعمليات البحث و التطوير و نظم المعلومات، ودعم البحوث و الدراسات التي تعني بالنقل البحري بالأساليب الرياضية المختلفة و تطبيقات النماذج الاقتصادية الرياضية و برامج الحاسب الآلي التي تدعم هذه البحوث و تضيف عليها مزيداً من الدقة و المصداقية. هذا مع ضرورة تعزيز التعاون بين مراكز البحوث الاقتصادية و شركات الملاحة لإعداد الدراسات التي تخدم هذا القطاع بإمداده بالتطبيقات و النماذج المناسبة لتحقيق سرعة و دقة و كفاءة أكبر في اتخاذ القرارات الإدارية و التشغيلية المثلى.

(10) - ضرورة الأخذ بمؤشرات التشغيل الأمثل لسفن الشركة الملاحية، و حساباتها لتقييم أداء و إنتاجية السفن. ليتم تحقيق التشغيل الأمثل من خلال:-

أ - رفع مؤشر صافي حمولة السفينة بزيادة الحمولة التي تنقلها السفينة خلال الفترة التقويمية الخاصة بها، و زيادة عدد أيام التشغيل السنوية.

ب - زيادة مؤشر حمولة السفينة لكل يوم تشغيل بالعمل على نقل كمية أكبر من الشحنات خلال فترة التشغيل، أو تقليل فترة تشغيل السفينة لنقل نفس الحمولة. و كذلك زيادة حمولة السفينة لكل ميل من المسافة المقطوعة، إما بزيادة الشحنات المنقولة على مسافة معينة أو بنقل شحنات محددة لمسافة أقل.

ج - زيادة متوسط حمولة السفينة بالعمل على نقل كمية أكبر من البضائع خلال فترة التشغيل، و تقليل فترات مكوث السفينة في الموانئ لتخفيض زمن التشغيل.

د - زيادة معامل استخدام الفترة التقويمية للسفينة من خلال زيادة زمن تشغيل السفينة نسبة إلى الفترة التقويمية الخاصة بها مما يحقق إنتاجية أكبر. هذا فضلاً عن العمل على خفض زمن الرحلة الواحدة نسبة إلى عدد الرحلات، أو زيادة عدد الرحلات المنجزة خلال فترة تشغيل السفينة. كما و أن خفض زمن تشغيل السفينة للرحلة الواحدة لنقل كمية معينة من البضاعة يؤدي إلى خفض متوسط زمن فترة التشغيل للطن الواحد من الحمولة.

هـ - زيادة مؤشر معامل الإبحار بالعمل على رفع نسبة زمن إبحار السفينة إلى إجمالي زمن الرحلة، الأمر الذي يعني استغلال أكفاً لفترة تشغيل السفينة و انخفاض فترات مكوث السفينة في الموانئ.

و - زيادة كل من : معامل التحميل، معامل التسليم، و معامل الدورية بما يكفل استخدام أفضل و إنتاجية أكبر للسفينة. بالنسبة لمعامل التحميل، فإن زيادته تتطلب زيادة الحمولة و الشحنات التي تنقلها السفينة بين كل مينائين نسبة إلى صافي حمولة السفينة. أما عن زيادة معامل التسليم فتستوجب زيادة حجم الحمولة المنقولة، و الاستخدام الأمثل لسعة و فراغات السفينة. و فيما يخص زيادة معامل الدورية، فتكون بزيادة الكمية العامة للشحنة في الرحلة نسبة إلى متوسط كمية الشحنات الموجودة على السفينة خلال فترة الرحلة.

ز - خفض المسافة التي تقطعها السفينة فارغة نسبة إلى المسافة العامة المقطوعة، و كذلك المسافة التي تقطعها السفينة محملة للطن الواحد المنقول من البضاعة، و عن كل رحلة.

ح - زيادة المتوسط اليومي للسرعة التشغيلية لإبحار السفينة بالسعي لتقليل المسافة التي تقطعها السفينة لإنجاز عدد معين من الرحلات.

ط - زيادة المتوسط اليومي لشحن و تفريغ السفينة من خلال العمل على زيادة كمية البضاعة المشحونة و المفرغة أثناء مكوث السفينة بالميناء و تخفيض هذه الأخيرة قدر الإمكان، بمعنى رفع كفاءة مناولة البضائع بالميناء.

ي - زيادة و رفع إنتاجية الطن الواحد حمولة لكل يوم تشغيل، بنقل السفينة لكمية أكبر من البضائع نسبة إلى صافي الحمولة، و قطع مسافة أكبر خلال زمن الإبحار. أو بعبارة أخرى زيادة كل من: معامل تحميل السفينة، و المتوسط اليومي لسرعة التشغيل و معامل زمن الإبحار.

(11) - مراقبة المركز المالي للشركة الملاحية من خلال المؤشرات المالية للتشغيل الأمثل، و العمل على زيادة الإيرادات و تخفيض التكاليف، و كذلك السعي لنقل أكبر كمية ممكنة من البضاعة، بما يحقق التالي:-

أ - زيادة إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة.

ب - زيادة إيراد نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة التي تقطعها السفينة.

ج - خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة.

د - خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة لكل ميل من المسافة المقطوعة.

هـ - خفض تكلفة نقل الطن الواحد عن الرحلة.

و - خفض تكلفة نقل الطن الواحد من البضاعة عن الرحلة لكل ميل.

(12) - من استعراض النماذج الاقتصادية الرياضية محل الدراسة و النتائج المنبثقة منها، يتبين ضرورة القيام بالتالي:-

أ - الاتجاه نحو السفن الأكبر حجماً فهي الأكثر إنتاجية و جدوى من الناحية الاقتصادية.

ب - اختيار أنواع السفن القادرة على نقل النوعيات المختلفة من البضائع كسفن الحاويات مثلاً بحيث يمكن تخصيصها لخدمة المسارات المختلفة و لنقل أكبر قدر من الحمولات المتاحة مختلفة النوعيات.

ب - تدني التكاليف التشغيلية للشركة من خلال تحسين الإنتاجية و ترشيد الإبحارات و الترددات على الموانئ المختلفة و اختصار الوقت و المسافة اللازمين لرحلة السفينة.

ج - محاولة الحصول على نصيب أكبر في السوق و نقل أكبر قدر ممكن من الحمولة لتعظيم الإيرادات و تخفيض تكلفة نقل الطن من البضاعة.

د - اهتمام أكبر بالعملية الإدارية و التسويقية و التعريف بالشركة و خدماتها محلياً و دولياً لإيجاد قاعدة أوسع من العملاء و الأسواق مما يتيح لسفن الشركة قدر أكبر من الشحنات.

(13) - أهمية الوعي بكون صناعة النقل البحري صناعة عالمية تمتاز بسرعة التأثير و التفاعل مع التغيرات التكنولوجية الحديثة، و أن الشركات الأكثر نجاحاً هي تلك التي تراقب و باستمرار ما يحدث عالمياً، و التي تكون على استعداد لتقبل و استخدام أحدث التقنيات و من ثم تعديل أساليبها الإدارية و التشغيلية وفقاً لتلك التغيرات. و لا نعي بذلك أن التقنية وحدها يمكن أن تحل كافة مشاكل النقل البحري، و لكن حل معظم المشكلات يتأتى بالجمع بين الأنوات و الأساليب الحديثة و بين الإدارة السليمة و الخبرة. و على ذلك فإن تطوير الأساليب المتبعة يتطلب استخدام النماذج الاقتصادية الرياضية المختلفة و برامج الحاسب الآلي لحل المشكلات التي تواجه إدارة و تشغيل سفن الأسطول بما يحقق التشغيل الأمثل.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع العربية

أ - الكتب :

- 1 - أبو سدره، فتحي و المصري، زينب إسماعيل: الأسلوب الرياضي في الاقتصاد، مركز البحوث الاقتصادية، بنغازي، 1988.
- 2 - أبو عمة، عبد الرحمن و العث، محمد أحمد: البرمجة الخطية، الرياض، 1990.
- 3 - أحمد، عبد الرحمن يسري: التحليل الاقتصادي، مؤسسة الشباب الجامعي، الإسكندرية، 1985.
- 4 - أحمد، عبد الرحمن يسري: تطور الفكر الاقتصادي، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990.
- 5 - أولوليسن، كارلين: اقتصاديات النقل البحري، ترجمة: مختار السويقي، دن، الإسكندرية، 1979.
- 6 - باهرمز، أسماء محمد: مقدمة في بحوث العمليات، الطبعة الأولى، جده، دن، 1994.
- 7 - بخاري، عبله عبد الحميد: محاضرات في مبادئ الاقتصاد الجزئي، مكتبة دار جدة، 1997.
- 8 - بدوي، سميرة: اقتصاديات النقل البحري في العالم، دن، الإسكندرية، 1989.
- 9 - البشبيشي، حلمي عبد الفتاح، إسماعيل، طه الطاهر إبراهيم و عبد العاطي، سيد أحمد: بحوث العمليات في المحاسبة، جامعة القاهرة، 1993.
- 10 - خليل، سامي: مبادئ الاقتصاد الكلي، الطبعة الثانية، مؤسسة المصباح و مكتبة النهضة العربية، الكويت، 1983.
- 11 - خير الدين، هناء خير: الاقتصاد الرياضي، دن، 1981.

- 12 - الردادي، محمد بن مسلم: التجارة الخارجية و أطوار التمويل الدولي المعاصر - مع دراسة خاصة بالعلاقات الاقتصادية الدولية لدول مجلس التعاون الخليجي، دار حافظ للطباعة و النشر، جدة، 1991.
- 13 - الردادي، محمد بن مسلم: تجارة الخدمات الصناعية والاستثمارات البحرية لأقطار مجلس التعاون الخليجي، دار المجتمع للنشر والتوزيع، جدة، 1994.
- 14 - الرسول، أحمد حبيب: دراسات في جغرافية النقل، دار النهضة العربية للطباعة و النشر، بيروت، 1986.
- 15 - الزركة، محمد خميس: التخطيط الإقليمي و أبعاده الجغرافية، الطبعة الثانية، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1984.
- 16 - سالم، فؤاد الشيخ: بحوث العمليات "نظرية و تطبيق"، دار مجدلاوي للنشر و التوزيع، عمان، 1983.
- 17 - سحاب، سالم أحمد: مبادئ الرياضيات الجامعية في العلوم الإدارية، الطبعة الثانية، دار زهران للطباعة و النشر، جدة، 1993.
- 18 - السيفو، وليد إسماعيل: المدخل إلى الاقتصاد القياسي، دار الكتب للطباعة و النشر، الموصل، 1988.
- 19 - الشرع، حسين علي: الاقتصاد السعودي في مرحلة بناء التجهيزات الأساسية، جمعية الثقافة و الفنون، الرياض، 1984.
- 20 - الشريف، حسن علي: شحن و تفريغ السفن (الأصول و القواعد الفنية)، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- 21 - شياتج، ألفا: الطرق الأساسية في الاقتصاد الرياضي، الجزء الأول، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995.
- 22 - شياتج، ألفا: الطرق الأساسية في الاقتصاد الرياضي، الجزء الثاني، تعريب: نعمة الله نجيب إبراهيم، دار المريخ، الرياض، 1995.
- 23 - الصباب، أحمد: أساليب و مناهج البحث العلمي في العلوم الاجتماعية، مكتبة المصباح، جدة، 1990.

- 24 - عبد القادر، محمد عبد القادر: طرق قياس العلاقات الاقتصادية مع تطبيقات الحاسب الإلكتروني، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1990.
- 25 - عبد الله، محمد حامد: اقتصاديات الموارد، جامعة الملك سعود، الرياض، 1991.
- 26 - العبيد، عبد الله بن عبد الله سليمان، عطية، عبد القادر محمد عبد القادر: اقتصاد المملكة العربية السعودية "نظرة تحليلية"، دار عالم الكتب للطباعة و النشر و التوزيع، الرياض، 1994.
- 27 - عثمان، هارون أحمد: الاقتصاد البحري - مع إشارة خاصة لمشاكل الدول النامية، الإسكندرية، منشأة المعارف، 1981.
- 28 - عثماوي، سعد الدين: تنظيم وإدارة النقل، دن، القاهرة، 1975.
- 29 - عمر، حسين: موسوعة المصطلحات الاقتصادية، دار الشروق، جدة، 1979.
- 30 - عمر، حسين: تطور الفكر الاقتصادي - قديما و حديثا و معاصرا، الكتاب الأول، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994.
- 31 - عمر، حسين: تطور الفكر الاقتصادي - قديما و حديثا و معاصرا، الكتاب الثاني، دار الفكر العربي، القاهرة، 1994.
- 32 - عويس، نبيل عطيه: أصول الاقتصاد الرياضي، مكتبة الجلاء الحديثة، بورسعيد، 1984.
- 33 - العيسوي، إبراهيم: مبادئ التحليل الاقتصادي الرياضي، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة، 1982.
- 34 - فهمي، أحمد منير: دراسة مقارنة للائحة عقود البيع التجارية الدولية الجديدة لعام 1990 م، مجلس الغرف التجارية الصناعية السعودية، 1991.
- 35 - القاضي، زياد عبد الكريم، جابر، عاطف وأبو الحسن، عمر: بحوث العمليات، دار المستقبل للنشر و التوزيع، عمان، 1990.
- 36 - قنديل، عبد الفتاح و سليمان، سلوى: مقدمة في علم الاقتصاد، دار النهضة العربية، القاهرة، 1992.
- 37 - الليثي، محمد علي و سفين، لطفي لوي: أصول الاقتصاد الرياضي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1997.

- 38 - ماضي، محمد توفيق: البرمجة الخطية (التوزيع الأمثل للموارد المحدودة)، سلسلة الأساليب الكمية للجميع، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، 1992.
- 39 - ماير، جيرالد م.: التجارة الدولية و التنمية، ترجمة : د. أحمد سعيد دويدار، مراجعه و تقديم: د. صلاح نامق، دار النهضة العربية، القاهرة، 1968.
- 40 - متولي، مختار محمد: الأساليب الاقتصادية للرياضيين، جامعة الملك سعود، الرياض، 1993.
- 41 - محمود، أحمد عبد المنصف: صناعة النقل البحري، الأكاديمية العربية للعلوم و التكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1995.
- 42 - محمد، جلال عبد الوهاب: قاموس مصطلحات الكمبيوتر و المايكرو كمبيوتر، جده، 1987.
- 43 - المعزاوي، علي عبد السلام: بحوث العمليات في مجالات الاستثمار - الإنتاج - النقل - التخزين، دار الشروق، القاهرة، 1991.
- 44 - هاشم، إسماعيل محمد: المدخل إلى علم الاقتصاد، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1981.
- 45 - هدى، محمد سليمان: اقتصاديات النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.
- 46 - هدى، محمد سليمان: بحوث العمليات وتطبيقاتها في قطاع النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1983.
- 47 - هدى، محمد سليمان: مناهج البحث الاقتصادي، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، 1989.
- 48 - هدى، محمد سليمان: دراسات الجدوى و تقييم المشروعات الاستثمارية لشركات الملاحة و الموانئ البحرية و الترسانات، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1992.
- 49 - هدى، محمد سليمان: الاستثمار و التمويل في النقل البحري، دار الجامعات المصرية، الإسكندرية، 1995.

50- هدى، محمد سليمان: علم الإحصاء، الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا و النقل البحري، الإسكندرية، 1997.

ثانياً - مقالات علمية و دوريات:

1 - "الاستثمار في النقل البحري بين الإحجام و الإقبال"، الأسواق، ع19، يونيو 1996، 72-75.

2 - "الأسطول الوطني السعودي - تحديات و معوقات"، التجارة، ع361، مايو 1990، 26-27.

3 - "أضواء على قطاع النقل البحري السعودي"، النقل و المواصلات، العدد الثاني، نوفمبر 1998، 7-9.

4 - الأمانة العامة لاتحاد غرف دول مجلس التعاون الخليجي: "الواقع الحالي لقطاع النقل البحري و الموانئ في دول مجلس التعاون الخليجي و دورهما في تيسير التجارة الخارجية"، الاقتصاد الخليجي، ع72، يناير- فبراير 1996، 22-33.

5 - أوهان، ألكسان مراد: "آفاق النقل البحري العربي"، الصناعة البحرية، ع11، مايو 1995، 26-27.

6 - أيوب، حسن بسيوني: "دور وسائل النقل في تنشيط الحركة الاقتصادية بالمملكة العربية السعودية"، التجارة، ع348، إبريل 1989، 50-51.

7 - "البترول - طريق الرخاء والتنمية عبر الموانئ السعودية"، المدينة (الموانئ السعودية الواقع و الإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ، 34-35.

8 - بخاري، عبد الحميد: "95% من النقل البحري يتم على بواخر أجنبية"، الدستور، 4/5/1988، 6.

9 - بخاري، عبلة عبد الحميد: "صناعة النقل البحري في المملكة قائدة للتنمية ومكملة لمختلف الصناعات"، الأسواق، ع11، أكتوبر 1995، 43-46.

10 - بخاري، عبلة عبد الحميد: "واقع الأسطول البحري السعودي و أثره على التجارة الخارجية"، الأسواق، ع12، نوفمبر 1995، 42-47.

- 11 - بسيوني، عبد الحليم: "الموانئ البحرية و تأثيرها على الاقتصاد القومي المصري"، تكنولوجيا النقل البحري، ع65، إبريل-يونيو 1998، 3-12.
- 12 - بن صديق، خالد: "ماذا يعني علم المنفعة"، النقل والمواصلات، ع1، أكتوبر 1998، 42-43.
- 13 - بوخضور، حجاج: "تطوير وسائل النقل البحري"، الاقتصاد الخليجي، ع52، نوفمبر 1992، 40-41.
- 14 - "تخفيض أجور تفريغ الحاويات في الموانئ السعودية"، مجلة أنباء النقل البحرية العربية، ع39، 2000، 50.
- 15 - التركي، أحمد بن يوسف: "السعوديون الذين لا تحمل سفنهم علم المملكة هم الخاسرون"، الأسواق، ع24، نوفمبر 1996، 12-16.
- 16 - الجهيمان، عبد العزيز: "الموانئ السعودية بين الماضي والحاضر"، المدينة (الموانئ السعودية الواقع والإنجاز)، ع83، ربيع أول 1411هـ، 18-23.
- 17 - حريري، مصطفى: "مقومات النقل البحري السعودي"، المدينة، ع83، ربيع أول 1411هـ، 29-33.
- 18 - "رجال الأعمال يضخون 11 مليار في الموانئ السعودية"، أنباء النقل البحري، ع23، أغسطس-سبتمبر 1998، 8.
- 19 - سلمان، داود سلمان: "دراسة حول مشاكل الصناعة البحرية العربية"، الصناعة البحرية، ع1، كانون أول 1980، 19-23.
- 20 - السلوم، ناصر بن محمد: "تعاون المملكة مع المنظمة البحرية الدولية"، النقل و المواصلات، ع2، نوفمبر 1998، 10-11.
- 21 - السلوم، ناصر بن محمد: "نحو إعادة هيكلة قطاع النقل البحري بالمملكة"، الأسواق، ع24، نوفمبر 1996، 8-9.
- 22 - الشريف، عبد الله: "تحالفات الشركات الأجنبية التي أضرت بالشركات الوطنية"، النقل و المواصلات، ع4، يناير 1999، 64-68.

- 23 - الضبيبان، عبد الله: "لماذا نبحث عن ناقل أجنبي لصادراتنا؟"، التجارة، ع363، نو الحجة 1410 هـ، 86-87.
- 24 - عاشور، عبد الحفيظ: "مشاكل النقل البحري و أهمية الشحن على سفن الشركات الوطنية"، الاقتصاد، ع143، نوفمبر 1984، 26-27.
- 25 - عبد ناجي، محمد: "دور قطاع النقل البحري الوطني في نقل التجارة الخارجية لدول الخليج العربي- واقع وآفاق"، شركة الملاحة العربية المتحدة، 1990.
- 26 - عبد ناجي، محمد: "نظرة على قطاع النقل البحري في أقطار الخليج العربي"، مجلة الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع30، فبراير 1990.
- 27 - عزب، محمد عبد المجيد: "تتمية الأسطول التجاري الوطني و سياسة حمايته"، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع25، يوليو 1989.
- 28 - عزب، محمد عبد المجيد: "مراجعة لبرامج الحاسب في تحسين اقتصاديات تشغيل السفن"، النشرة الدورية، الأكاديمية العربية للنقل البحري، ع21، 1988.
- 29 - عزي، بهاء بن حسين: "التكنولوجيا والوسائل الكفيلة بنقلها إلى المملكة العربية السعودية"، مجلة الأكاديمية العربية للنقل البحري، مج9، ع8، يناير 1984، 22-33.
- 30 - عنقاوي، عقيل محمود: "دعم النقل البحري المحلي لمجابهة المنافسة الأجنبية الحادة"، التجارة، ع366، ربيع أول 1411 هـ، 90-91.
- 31 - قطاع النقل في حاجة عاجلة لهيئة وطنية تهتم به"، الأسواق، ع19، يونيو 1996، 69.
- 32 - "مجلس وزراء العرب بين الإنجازات و التحديات"، النقل و المواصلات، ع1، أكتوبر 1998، 24-22.
- 33 - محمود، أحمد عبد المنصف: "عنصر رأس المال في صناعة النقل البحري بالدول النامية".
- 34 - محمود، أحمد عبد المنصف: "النقل البحري وتحديات المرحلة المقبلة"، التجارة، ع420، فبراير 1995، 76-77.

35 - "مطالب هامة لتنشيط استثمارات النقل البحري في الدول العربية و النامية"، النقل و المواصلات، ع23، أغسطس 2000، 78-79.

36 - "الملك عبد العزيز و إرساء دعائم و أهداف و سياسات المواصلات في المملكة"، النقل و المواصلات، ع4، يناير 1999، 14-1.

37 - "الموانئ السعودية بين الأمس و اليوم"، النقل و المواصلات، ع3، ديسمبر 1998، 49-46.

38 - النحر اوي، أيمن: "الأسطول التجاري الوطني - حتمية التطوير و المحاذير"، إنترناشيونال ريفيو، أكتوبر 1998، 36.

39 - "نقلة حضارية شاملة في الطرق و النقل تثرى شرايين التنمية"، النقل و المواصلات، ع1، 1998، 16-20.

40 - هارون، محمد: "صناعة النقل البحري"، الصناعة البحرية، ع11، مايو 1995، 15-17.

ثالثاً - ندوات و مؤتمرات :

1 - أبو عاصي، إجلال إبراهيم محمد: "دور الدول النامية في النقل البحري و صناعته"، الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا بجامعة المملكة، جامعة الملك سعود، الرياض، 26-28 إبريل 1994.

2 - بابقي، أحمد سعيد و محمد محمود عبدالمجيد: "نحو دور أكبر لأسطول النقل البحري السعودي في خدمة التجارة الخارجية للمملكة العربية السعودية"، ندوة النقل البحري من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي، جده، 23-25 شعبان 1410، 29-108.

3 - بكري، محمد هاني عبد القادر: "المعوقات التي تحد من تطور وكفاءة الأسطول السعودي و أساليب معالجتها"، ندوة النقل البحري من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي، جده، 23-25 شعبان 1410، 409-421.

4 - رضوي، محمد نعيم: "الإستخدام الأمثل لتجهيزات النقل البحري عن طريق النماذج الرياضية باستخدام الحاسوب"، ندوة النقل البحري من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي، جده، 23-25 شعبان 1410، 317-328.

- 5 - صقر، محمد أحمد: "مستقبل النقل البحري بعد ظهور النقل الدولي متعدد الوسائط"، المؤتمر الدولي الرابع عن التغير في صناعة النقل البحري و انعكاسه على الدول النامية، الإسكندرية، 21-23 مايو 1995.
- 6 - الطبيبي، السيد و الشباسي، مصطفى كامل: "أثر انسياب دورة البضائع في تدعيم استراتيجية التجارة الخارجية"، الندوة الدولية العاشرة للموانئ، 9-11 يناير 1994.
- 7 - عبد القادر، محمد سيد: "دور البنوك الوطنية في تقديم التسهيلات و الخدمات المصرفية و المؤسسات الملاحية"، ندوة "من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري التجاري السعودي"، جده، 23-25 شعبان، 1410.
- 8 - عبد ناجي، محمد: "المشاكل التي تواجه تشغيل الشركات الملاحية الوطنية العربية في الخليج العربي"، المؤتمر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 1989.
- 9 - عثمان، هارون أحمد: "أهمية إنشاء اتحادات ملاك سفن في الدول النامية"، المؤتمر الدولي الأول عن مشاكل النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 1989.
- 10 - عراقي، محمد طارق: "تتمية النقل البحري لخدمة الاقتصاد الوطني"، ندوة النقل البحري "من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جده، 23-25 شعبان، 1410، 481-543.
- 11 - الغنام، صابر حسن: "دور التكاليف الاستراتيجية في دعم القدرة التنافسية للموانئ المصرية"، الندوة الدولية الخامسة عشرة للموانئ: تطور صناعة الموانئ و النقل في القرن العشرين، الإسكندرية، 14-16 فبراير 1999.
- 12 - مأمون، د. أحمد حسن: "دور البحث و التطوير في قطاع النقل البحري"، المؤتمر الدولي الثاني عن النقل البحري في الدول النامية، الإسكندرية، 13-15 مايو، 1991.
- 13 - محمود، أحمد عبد المنصف: "النقل العالمي الجديد و النقل المصري"، مؤتمر القاهرة البحري (مارينز 4) - منجزات النقل البحري المصري و تحديات القرن الواحد و العشرين"، القاهرة، 17-19 يونيو 1999.

- 14 - مدني، عبد الرزاق: "إنشاء مركز سعودي للتنسيق بين شركات الملاحة السعودية لمساعدتها في تخفيض مصروفاتها و زيادة كفاءتها"، ندوة النقل البحري "من أجل استخدام أمثل لطاقات الأسطول البحري السعودي"، جدة، 23-25 شعبان، 1410.

د- رسائل و دراسات:

- 1 - بخاري، عبده عبد الحميد: محددات الطلب على الواردات المنقولة بحرا إلى المملكة العربية السعودية، "رسالة ماجستير"، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
- 2 - الطويل للاستشارات الإدارية و التدريب: مختصر دراسة وضع خطة استراتيجية لإحلال القوى البشرية السعودية في مؤسسات و شركات قطاع النقل البحري، 1999.
- 3 - "عرض موجز لأبحاث الدارسين في دبلوم بحوث العمليات و تحليل النظم رقم (1) للعاملين بقطاع النقل البحري"، مركز البحوث و الاستشارات لقطاع النقل البحري، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1989.
- 4 - الغرفة التجارية الصناعية: الاقتصاد السعودي بين الماضي و الحاضر-مع التركيز على الفترة 1319-1419هـ، الرياض، 1999.
- 5 - الغرفة التجارية الصناعية بجدة: الغش التجاري في التجارة الدولية، 1408هـ.
- 6 - الغرفة التجارية الصناعية للمنطقة الشرقية: دراسة مقارنة لرسوم و أجور خدمات الموانئ في دول مجلس التعاون الخليجي، 1988.
- 7 - مصطفى، إبراهيم خليل إبراهيم: العوامل التي تؤثر على اقتصاديات تشغيل السفن و أثر ذلك على حجم الفائض في الشركات، الأكاديمية العربية للنقل البحري، 1986.

هـ - نشرات و مطبوعات حكومية :

- 1 - المؤسسة العامة للموانئ: إحصائيات عام 1411هـ.
- 2 - وزارة التخطيط: خطة التنمية الأولى (1970 - 1975).
- 3 - وزارة التخطيط: خطة التنمية الثانية (1975 - 1980).
- 4 - وزارة التخطيط: خطة التنمية الثالثة (1980 - 1985).

- 5 - وزارة التخطيط: خطة التنمية الرابعة (1985 - 1990).
- 6 - وزارة التخطيط: خطة التنمية الخامسة (1990 - 1995).
- 7 - وزارة التخطيط: خطة التنمية السادسة (1995 - 2000).
- 8 - وزارة التخطيط: منجزات خطط التنمية "حقائق و أرقام" (1970-1997).
- 9 - وزارة المواصلات: النقل البحري في سطور، مارس 1990.
- 10 - وزارة المواصلات - الإدارة العامة للملاحة البحرية: إحصائية بعدد السفن و حمولاتها في كل من منطقة مكة المكرمة و المنطقة الشرقية حتى 1419/9/1هـ.

ثانياً- المراجع الأجنبية

A- Books:-

- 1- Alderton, Patrich M.: Sea transport " operations and economics", Thomas Reed, 1984.
- 2- Archidald, G.C. and Lipsey, G. : An Introduction to A Mathematical Treatment of Economics, 3rd Ed., Weidenfeld and Nicolson, London, 1985.
- 3- Azzee, Baha Bin Hussei: Shipping and Development In Saudi Arabia, Jeddah, Thihama, 1981.
- 4- Bahatia, H. L.: History Of Economic Thought, 4Th Ed., Vikas Publishing House, 1982.
- 5- Baumol, William J.: Economic Theory and Operations Analysis, Prentice Hall, N.J., 1977.
- 6- Bell, John Fred: A History Of Economic Thought, 2nd Ed., The Ronald Press Company, New York, 1967.
- 7- Chrzanowski, Ignacy: An Introduction To Shipping Economics, Fairplay Publications, 1985.
- 8- Branch, Allen E.: Economics of Shipping Practice and Management, Chapman & Hall, London, 1988.
- 9- Branch, Allen E.: The Elements of Shipping, Chapman & Hall, London, 1977.

- 10- Evans, J.L. and Marlow, P.P.: Quantitative Methods In Maritime Economics, 2nd Ed., Fairplay Publications, Surry, 1990.
- 11- Fabrycky, W.J. and Thuesen, G.J.: Economic Decision Analysis, Prentice-Hall, 1974.
- 12- Gass, S.I.: Linear Programming - methods and applications, 4th Ed., McGraw-Hill, New York, 1975.
- 13- Gill, Philip E.; Murry, Walter and Wright, Margret H.: Practical Optimization, Academic Press, London, 1981.
- 14- Glik, Leslie A.: Trading With Saudi Arabia, Roman & Littlefeild, Maryland, 1980.
- 15- Hardwick, Philip; Khan, Bahadure and Langmead, John: An Introduction To Modern Economics, 2nd Ed. Longman, New York, 1986.
- 16- Hillier, Fredrick S. and Lieberman, Gerald J.: Introduction To Operations Research, 5th Ed., MacGraw-Hill, 1990.
- 17- Hyman, David N.: Modern Microeconomics "Analysis and Applications", Time Mirrorl Mosby College Publication, 1986.
- 18- Jansson, J.O. and Shneerson, D.: Liner Shipping Economics, Chapman & Hall, London, 1987.
- 19- Kendall, M.G.: "Introduction to model building and its problems", In: Mathematical Model Building in Economics and Industry, Charles Griffin & Company, London, 1969.
- 20- Khoury, Sarkis J. and Parsons, Torrence D.: Mathematical Methods in Finance and Economics, North Holland, New York, 1981.
- 21- Leggate, H.K.: "Norwegian shipping -measuring foregion exchange risk", Maritime Policy & Management, Vol. 26, No. 1, 1999, 81-91.
- 22- Lim, Seok-Min: "Economies of container ship size – a new evaluation", Maritime Policy & Management, Vol. 21, No. 2, 1994, 149-160.
- 23- Lipsey, Richard G.: An Introduction To Positive Economics, 7th Ed., Weidnfeld and Nicolson, London, 1989.
- 24- Marshal, Alfred: Principles Of Economics, 8th Ed., The Mac-millan Press, 1982.
- 25- Mishan, E.J.: Introduction To Normative Economics, Oxford University Press, 1982.
- 26- Nerseeion, Roy L.: Ships And Shipping-A comperehensive Guide, Pennwell Publication Company, Tulso, 1981.
- 27- Noble, A.S.: "Problem of Building a model of a company", In: Mathematical Model Builing in Economics and Industry, Chsrles Griffin & Company, London, 1969.
- 28- Stopford, Martin: Maritime Economics, Unwin Hyman, London, 1988.
- 29- Sturmev, D.: Shipping Economics, Collected papers, London, 1975.

- 30- **Thorburn, Thomas:** Supply and Demand of Water Transportation. EFI, The Stockholm School of Economics, 1960.
- 31- **Truett, Lila J. and Truett, Dale B.:** Managerial Economics-Analysis, Problems, Cases, South western Publishing Co., Ohio, 1992.
- 32- **Veldman, Simme:** "The optimum size of ship and the impact of user costs – An application to container shipping", In: K.M. Gwilliam (ed.) Current Issues in Maritime Economics, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, 112-144.
- 33- **Wahiting, D.P.:** Finance Of Foreign Trade, Pitman Publishing Limited, London, 1986.
- 34- **Wilson, J.D.; Choelho, J.D. and Williams, H.C. :** Optimization In Locational And Transport Analysis, John Wiley & Sons, 1981.

B- Scientific Articles & Periodicals:

- 1- **Bausch, D.O.; Brown, G.G. and Ronen, D.:** "Scheduling shorter-term marine transport of bulk product", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 4, 1998, 335-348.
- 2- **Bauzauba, A.F.:** "tonnage acquisition and shipping operations and management in developing countries", Maritime Policy & Management, Vol. 8, 1981, 229-233.
- 3- **Benford, H.:** "A simple approach to fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 8, No. 4, 1981, 223-228.
- 4- **Boffey, T.B.; Edmond, E.D.; Hinxman, A.I. and Pursglove, C.J.:** "Two approach to scheduling containership with application to North Atlantic route", Operations Research Quarterly, vol.30, No.5, 1979, 413-425.
- 5- **Bremer, W.M. and Perakis, A.N. :** "An operational tanker scheduling optimization system-Model implementation, results and possible extensions", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No. 3, 1992, 187-199.
- 6- **Cho, S.C. and Perakis, A.N. :** "Optimal liner fleet routing strategies", Maritime Policy & Management, Vol. 23, No. 3, 1996, 249-258.
- 7- **Claessens, E.M.:** "Optimization procedures in maritime fleet management", Maritime Policy & Management, Vol.14, Iss.1, 1987, 27-48.
- 8- **Evans, J.J.:** "An analysis of efficiency of the bulk shipping market", Maritime Policy & Management, Vol.21, No.4, 1994, 311-330.
- 9- **Everet, J.L.; Hax, A.C.; Lewinson, V.A. and Nudds, D. :** "Optimization of a fleet of large tankers and bulkers – A linear programming approach", Marine Technology, October, 1972, 430-438.
- 10- **Garrod, Peter and Milklius, Walter :** "The optimal ship size - A comment", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 19, No. 1, 1985, 83-90.

- 11- Geo, Qiang: "An operational approach for container control in liner shipping", Logistics & Transportation Review, Vol.30, Iss.3, sep1994, 267-283.
- 12- Goss,R.O and Jones,C.D.: "The economies of size_in dry bulk carriers", In: R.O. Goss (ed.) Advances in Maritime Economics, Cambridge University Press, Cambridge,1977, 90-137.
- 13- Jansson,J.O. and Shneerson,D.: "The optimal ship size", Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 16, No. 3, 1982, 217-238.
- 14- Jaramillo,D.I. and Perakis,A.N.: "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part(2), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 235-262.
- 15- Perakis, A.N.: "A Second look at Fleet deployment", Maritime Policy & Management, Vol. 12, No. 3, 1985, 209-214.
- 16- Perakis,A.N. and Bremer,W.M.: "An operational tanker scheduling optimization system-Background, Current practice and Model formulation", Maritime Policy & Management, Vol. 19, No.3, 1992, 177-187.
- 17- Perakis,A.N. and Jaramillo,D.I.: "Fleet deployment optimization for liner shipping", Part(1), Maritime Policy & Management, Vol. 18, No. 3, 1991, 183-200.
- 18- Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.: "Fleet deployment optimization models", Part(1) , Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 127-144.
- 19- Perakis,A.N. and Papadakis,A.N.: "Fleet deployment optimization models", Part(2), Maritime Policy & Management, Vol. 14, No. 2, 1987, 145-155.
- 20- Powell,B.J. and perakis,A.N.: "Fleet deployment optimization for liner shipping- an Integer Programming Model", Maritime Policy & Management, Vol. 24, No. 2, 1997, 183-192.
- 21- Rana,K. and Vickson,R.G.: "A Model solution algorithm for optimal routing of a time -shartered container ship", Transport Science, No.22, 1988, 83-95.
- 22- Savsar,Mehmet: "Analysis Of Saudi Arabian Maritime Transportation Industry", Maritime Policy & Management, Vol. 25, No. 2, 1998, 185-200.
- 23- Stott,K.L.J. and Douglas,B.w.: "A model-based decision support system for planning and scheduling ocean borne transportation", Interfaces, Vol.11, No.4, 1981,1-10.
- 24- Talley, W.K.: "Optimal containership size", Maritime Policy & Management, Vol. 17, No. 3, 1990, 165-175.

C- Conferences:

- 1- Abdul Moneim, Farouk: "Cost effectiveness of the different ship acquisition methods in developing countries", First International Conference On Maritime Transport In Developing Countries- Problem Encountered, Alexandria, 1989.

- 2- Dobler, Jean-Pierre: "Likely long term changes in shipbuilding technology", The Second International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 13-15 May1991.
- 3- El Noshokaty,Said M. : " Shipping optimization system (SOS) –1.SOS-Voyager", The 2nd International Conference On Maritime Transport In Developing Countries, Alexandria, 1991.
- 4- El Noshokaty,Said M. : " Shipping optimization system (SOS) –2.SOS-Scheduler", The 4th Maritime International Conference On Modern Changes In Shipping Industry and Their Impacts On Developing Countries, Alexandria, 1995.

D- Theses & Studies:

- 1- Alexis,G.A. : A Survey of Routind and Scheduling Model in Ocean Transportation, "Master Thesis", Massachusette Institute of Technology,1982.
- 2- Savsar,Mehmet ; Bolat,Ahmed and Khan, Rashidur Rotab: "Study and development of maritime transportation in the Kingdom of Saudi Arabia", A Project sponsored by King AbdulAziz City For Science and Technology, Riyadh, 1995.

E- Government Publications

- 1- Arab Shipping Guide: Sea-trade Review, August 1997.
- 2- Fairplay: World Shipping Yearbook, London, 1978.
- 3- Fairplay: World Shipping Directopy 1999-2000.
- 4- International Monetary Found: International Financial Statistics Yearbook, 1997.
- 5- Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority: Annual Statistics, 1997.
- 6- Kingdom of Saudi Arabia Ports Authority: Monthly Statistics, April 1998.
- 7- Lloyd's: Lloyd's Information services, Lloyd's Of London Press Limited, 1991.

الملاحق



$$\begin{aligned} \text{MIN} \quad & 45.18V_{11} + 41.16V_{12} + 42.74V_{13} + 37.70V_{21} + 36.68V_{22} + 30.60V_{23} + 39.83V_{31} \\ & + 36.85V_{32} + 26.9V_{33} + 20.32V_{41} + 24.373V_{42} + 21.60V_{43} + 16.37V_{51} + 20.07V_{52} \\ & + 16.54V_{53} \end{aligned}$$

SUBJECT TO:

$$\begin{aligned} 67V_{11} + 55V_{12} + 36V_{13} &= 335 \\ 61V_{21} + 50V_{22} + 33V_{23} &= 365 \\ 70V_{31} + 58V_{32} + 37V_{33} &= 350 \\ 64V_{41} + 51V_{42} + 34V_{43} &= 350 \\ 58V_{51} + 48V_{52} + 32V_{53} &= 365 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 28.176V_{11} + 32.36V_{21} + 42.182V_{31} + 69.28V_{41} + 92.138V_{51} &\leq 562.828 \\ 25.8V_{12} + 27.725V_{22} + 37.966V_{32} + 45.65V_{42} + 62.681V_{52} &\leq 494.350 \\ 16.122V_{13} + 21.73V_{23} + 33.2V_{33} + 35.604V_{43} + 50.68V_{53} &\leq 427.883 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{11} &\Rightarrow 0 \\ V_{12} &\Rightarrow 0 \\ V_{13} &\Rightarrow 0 \\ V_{21} &\Rightarrow 0 \\ V_{22} &\Rightarrow 0 \\ V_{23} &\Rightarrow 0 \\ V_{31} &\Rightarrow 0 \\ V_{32} &\Rightarrow 0 \\ V_{33} &\Rightarrow 0 \\ V_{41} &\Rightarrow 0 \\ V_{42} &\Rightarrow 0 \\ V_{43} &\Rightarrow 0 \\ V_{51} &\Rightarrow 0 \\ V_{52} &\Rightarrow 0 \\ V_{53} &\Rightarrow 0 \end{aligned}$$

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 9

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 985.3022

<u>VARIABLE</u>	<u>VALUE</u>	<u>REDUCED COST</u>
V11	5.000000	0.000000
V12	0.000000	1.149407
V13	0.000000	15.274218
V21	5.983606	0.000000
V22	0.000000	2.286041
V23	0.000000	6.516236
V31	0.000000	0.778867
V32	6.034483	0.000000
V33	0.000000	1.560724
V41	3.295590	0.000000
V42	2.727103	0.000000
V43	0.000000	3.049935
V51	0.000000	5.805358
V52	2.245538	0.000000
V53	8.037942	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.762938
3)	0.000000	-0.729811
4)	0.000000	-0.684845
5)	0.000000	-0.545590
6)	0.000000	-0.516875
7)	0.000000	0.210707
8)	0.000000	0.075621
9)	20.520088	0.000000
10)	5.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	5.983606	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	6.034483	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	3.295590	0.000000
20)	2.727103	0.000000
21)	0.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000
23)	2.245538	0.000000
24)	8.037942	0.000000

NO. ITERATIONS = 9

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:
OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V11	45.180000	1.400187	INFINITY
V12	41.160000	INFINITY	1.149407
V13	42.740002	INFINITY	15.274218
V21	37.700001	2.788971	INFINITY
V22	36.680000	INFINITY	2.286042
V23	30.600000	INFINITY	6.516237
V31	39.830002	INFINITY	0.778869
V32	36.849998	0.645349	INFINITY
V33	26.900000	INFINITY	1.560725
V41	20.320000	1.279220	3.442822
V42	24.372999	2.743499	1.019378
V43	21.600000	INFINITY	3.049935
V51	16.370001	INFINITY	5.805357
V52	20.070000	4.740000	4.039184
V53	16.540001	2.692789	3.160000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	335.000000	48.656406	335.000000
3	365.000000	38.571442	283.805542
4	350.000000	25.847612	350.000000
5	350.000000	18.902388	139.082230
6	365.000000	12.956646	257.214142
7	562.828003	150.556519	20.461834
8	494.350006	335.884155	16.919491
9	427.882996	INFINITY	20.520088
10	0.000000	5.000000	INFINITY
11	0.000000	0.000000	INFINITY
12	0.000000	0.000000	INFINITY
13	0.000000	5.983606	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	0.000000	INFINITY
16	0.000000	0.000000	INFINITY
17	0.000000	6.034483	INFINITY
18	0.000000	0.000000	INFINITY
19	0.000000	3.295590	INFINITY
20	0.000000	2.727103	INFINITY
21	0.000000	0.000000	INFINITY
22	0.000000	0.000000	INFINITY
23	0.000000	2.245538	INFINITY
24	0.000000	8.037942	INFINITY

$$\begin{aligned} \text{MAX} \quad & 329.3V_{11} + 276.48V_{12} + 434.74V_{13} + 53.3V_{14} + 93.6V_{15} - 10.43L_1 \\ & + 445.25V_{21} + 412.68V_{22} + 473.32V_{23} + 26.76V_{24} + 190.08V_{25} - 10.2L_2 \\ & + 549.84V_{31} + 507.06V_{32} + 208.5V_{33} + 521.84V_{34} + 246.81V_{35} - 9.14L_3 \\ & + 230.25V_{41} + 153.74V_{42} + 321.46V_{43} + 59.05V_{44} + 215.72V_{45} - 12.68L_4 \\ & + 82.31V_{51} + 450.68V_{52} + 317.7V_{53} + 316.9V_{54} + 102.2V_{55} - 11.8L_5 \end{aligned}$$

SUBJECT TO:

$$\begin{aligned} & 39.1V_{11} + 41.93V_{12} + 41.07V_{13} + 52.82V_{14} + 70.36V_{15} + L_1 = 1095 \\ & 39.7V_{21} + 42.21V_{22} + 40.8V_{23} + 51.87V_{24} + 67.68V_{25} + L_2 = 365 \\ & 38.19V_{31} + 40.74V_{32} + 39.5V_{33} + 50.79V_{34} + 67.14V_{35} + L_3 = 1825 \\ & 37.78V_{41} + 40.21V_{42} + 38.79V_{43} + 49.87V_{44} + 65.68V_{45} + L_4 = 1095 \\ & 40.14V_{51} + 43.28V_{52} + 42.86V_{53} + 55.13V_{54} + 74.03V_{55} + L_5 = 730 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & V_{11} + V_{21} + V_{31} + V_{41} + V_{51} > 10.43 \\ & V_{12} + V_{22} + V_{32} + V_{42} + V_{52} > 26.07 \\ & V_{13} + V_{23} + V_{33} + V_{43} + V_{53} > 17.38 \\ & V_{14} + V_{24} + V_{34} + V_{44} + V_{54} > 12.17 \\ & V_{15} + V_{25} + V_{35} + V_{45} + V_{55} > 15.87 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 & \Rightarrow 90 \\ L_2 & \Rightarrow 20 \\ L_3 & \Rightarrow 75 \\ L_4 & \Rightarrow 60 \\ L_5 & \Rightarrow 30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{11} & \Rightarrow 0 \\ V_{12} & \Rightarrow 0 \\ V_{13} & \Rightarrow 0 \\ V_{14} & \Rightarrow 0 \\ V_{15} & \Rightarrow 0 \\ V_{21} & \Rightarrow 0 \\ V_{22} & \Rightarrow 0 \\ V_{23} & \Rightarrow 0 \\ V_{24} & \Rightarrow 0 \\ V_{25} & \Rightarrow 0 \\ V_{31} & \Rightarrow 0 \\ V_{32} & \Rightarrow 0 \\ V_{33} & \Rightarrow 0 \\ V_{34} & \Rightarrow 0 \\ V_{44} & \Rightarrow 0 \\ V_{45} & \Rightarrow 0 \\ V_{51} & \Rightarrow 0 \\ V_{52} & \Rightarrow 0 \\ V_{53} & \Rightarrow 0 \\ V_{54} & \Rightarrow 0 \\ V_{55} & \Rightarrow 0 \end{aligned}$$

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 23

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 44200.01

<u>VARIABLE</u>	<u>VALUE</u>	<u>REDUCED COST</u>
V11	0.000000	84.586876
V12	0.000000	87.869797
V13	24.470417	0.000000
V14	0.000000	296.409454
V15	0.000000	52.107876
L1	90.000000	0.000000
V21	0.000000	17.656702
V22	7.994192	0.000000
V23	0.000000	2.412807
V24	0.000000	368.641998
V25	0.111778	0.000000
L2	20.000000	0.000000
V31	27.609217	0.000000
V32	1.902056	0.000000
V33	0.000000	360.200714
V34	12.170000	0.000000
V35	0.000000	120.760422
L3	75.000000	0.000000
V41	0.000000	238.431824
V42	0.000000	265.593719
V43	0.000000	159.751465
V44	0.000000	350.206635
V45	15.758222	0.000000
L4	60.000000	0.000000
V51	0.000000	409.399048
V52	16.173752	0.000000
V53	0.000000	207.328644
V54	0.000000	149.026031
V55	0.000000	205.579727
L5	30.000000	0.000000

<u>ROW</u>	<u>SLACK OR SURPLUS</u>	<u>DUAL PRICES</u>
2)	0.000000	10.585342
3)	0.000000	11.660118
4)	0.000000	14.397487
5)	0.000000	12.405554
6)	0.000000	12.249852
7)	17.179216	0.000000
8)	0.000000	-79.493591
9)	7.090416	0.000000
10)	0.000000	-209.408325
11)	0.000000	-599.076782
12)	0.000000	-21.015343
13)	0.000000	-21.860119
14)	0.000000	-23.537487
15)	0.000000	-25.085554
16)	0.000000	-24.049852
17)	0.000000	0.000000
18)	0.000000	0.000000
19)	24.470417	0.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.000000	0.000000
22)	0.000000	0.000000

23)	7.994192	0.000000
24)	0.000000	0.000000
25)	0.000000	0.000000
26)	0.111778	0.000000
27)	27.609217	0.000000
28)	1.902056	0.000000
29)	0.000000	0.000000
30)	12.170000	0.000000
31)	0.000000	0.000000
32)	15.758222	0.000000
33)	0.000000	0.000000
34)	16.173752	0.000000
35)	0.000000	0.000000
36)	0.000000	0.000000
37)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 23

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V11	329.299988	84.586884	INFINITY
V12	276.480011	87.869804	INFINITY
V13	434.739990	INFINITY	30.416037
V14	53.299999	296.409454	INFINITY
V15	93.599998	52.107918	INFINITY
L1	-10.430000	21.015343	INFINITY
V21	445.250000	17.656698	INFINITY
V22	412.679993	32.498154	2.496186
V23	473.320007	2.412802	INFINITY
V24	26.760000	368.641998	INFINITY
V25	190.080002	270.494324	52.107918
L2	-10.200000	21.860119	INFINITY
V31	549.840027	30.464031	2.339945
V32	507.059998	2.496186	32.498154
V33	208.500000	360.200714	INFINITY
V34	521.840027	209.408325	149.026047
V35	246.809998	120.760468	INFINITY
L3	-9.140000	23.537487	INFINITY
V41	230.250000	238.431808	INFINITY
V42	153.740005	265.593719	INFINITY
V43	321.459991	159.751450	INFINITY
V44	59.049999	350.206635	INFINITY
V45	215.720001	INFINITY	270.494324
L4	-12.680000	25.085554	INFINITY
V51	82.309998	409.399048	INFINITY
V52	450.679993	INFINITY	116.993416
V53	317.700012	207.328659	INFINITY
V54	316.899994	149.026047	INFINITY
V55	102.199997	205.579758	INFINITY
L5	-11.800000	24.049852	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1095.000000	INFINITY	291.203400
3	365.000000	80.285767	337.434845
4	1825.000000	INFINITY	656.074280
5	1095.000000	7.341600	327.463379
6	730.000000	82.320969	696.978271
7	10.430000	17.179216	INFINITY
8	26.070000	16.103935	1.902056
9	17.379999	7.090416	INFINITY
10	12.170000	12.917390	12.170000
11	15.870000	4.985739	0.111778
12	90.000000	291.203400	90.000000
13	20.000000	337.434845	20.000000
14	75.000000	656.074280	75.000000
15	60.000000	327.463379	7.341600
16	30.000000	696.978271	30.000000
17	0.000000	0.000000	INFINITY
18	0.000000	0.000000	INFINITY
19	0.000000	24.470417	INFINITY
20	0.000000	0.000000	INFINITY
21	0.000000	0.000000	INFINITY
22	0.000000	0.000000	INFINITY
23	0.000000	7.994192	INFINITY
24	0.000000	0.000000	INFINITY
25	0.000000	0.000000	INFINITY
26	0.000000	0.111778	INFINITY
27	0.000000	27.609217	INFINITY
28	0.000000	1.902056	INFINITY
29	0.000000	0.000000	INFINITY
30	0.000000	12.170000	INFINITY
31	0.000000	0.000000	INFINITY
32	0.000000	15.758222	INFINITY
33	0.000000	0.000000	INFINITY
34	0.000000	16.173752	INFINITY
35	0.000000	0.000000	INFINITY
36	0.000000	0.000000	INFINITY
37	0.000000	0.000000	INFINITY

MAX 123V1 + 81V2 + 150V3 + 129V4 + 261V5 + 261V6 + 168V7 + 144V8 + 159V9 + 273V10
+ 441V11 + 108V12 + 126V13 + 168V14

SUBJECT TO:

78V3 + 45V5 + 54V8 + 36V9 + 69V10 + 108V13 =< 438
84V1 + 84V4 + 105V6 + 117V14 =< 492
369V11 =< 369
57V2 + 105V7 + 54V12 =< 210
216V5 + 204V10 =< 450
39V1 + 156V6 + 90V8 + 18V13 =< 300
120V9 + 72V11 + 51V14 =< 261
24V2 + 72V3 + 45V4 + 48V7 + 54V12 =< 363

20V1 + 26V2 + 40V3 + 36V4 =< 180
15V5 + 22V6 + 26V7 + 44V8 + 46V9 =< 120
15V10 + 20V11 + 26V12 + 42V13 + 50V14 =< 100

V1 => 0
V2 => 0
V3 => 0
V4 => 0
V5 => 0
V6 => 0
V7 => 0
V8 => 0
V9 => 0
V10 => 0
V11 => 0
V12 => 0
V13 => 0
V14 => 0

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 11

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 2808.056

<u>VARIABLE</u>	<u>VALUE</u>	<u>REDUCED COST</u>
V1	3.122137	0.000000
V2	0.000000	58.913666
V3	2.938932	0.000000
V4	0.000000	8.561265
V5	0.000000	27.675142
V6	1.142543	0.000000
V7	2.000000	0.000000
V8	0.000000	112.945580
V9	0.931827	0.000000
V10	2.205882	0.000000
V11	1.000000	0.000000
V12	0.000000	17.686279
V13	0.000000	33.095043
V14	0.938235	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	23.011663	0.000000
3)	0.000000	0.030491
4)	0.000000	1.016875
5)	0.000000	0.744099
6)	0.000000	1.096423
7)	0.000000	1.165096
8)	29.330715	0.000000
9)	55.396919	0.000000
10)	0.000000	3.750000
11)	0.000000	3.456522
12)	0.000000	3.288651
13)	3.122137	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	2.938932	0.000000
16)	0.000000	0.000000
17)	0.000000	0.000000
18)	1.142543	0.000000
19)	2.000000	0.000000
20)	0.000000	0.000000
21)	0.931827	0.000000
22)	2.205882	0.000000
23)	1.000000	0.000000
24)	0.000000	0.000000
25)	0.000000	0.000000
26)	0.938235	0.000000

NO. ITERATIONS= 11

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:
OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
V1	123.000000	16.788012	1.760870
V2	81.000000	58.913666	INFINITY
V3	150.000000	3.521739	33.576023
V4	129.000000	8.561265	INFINITY
V5	261.000000	27.675150	INFINITY
V6	261.000000	7.043478	55.782555
V7	168.000000	INFINITY	34.389984
V8	144.000000	112.945580	INFINITY
V9	159.000000	42.449181	14.727272
V10	273.000000	INFINITY	26.137640
V11	441.000000	INFINITY	375.226959
V12	108.000000	17.686279	INFINITY
V13	126.000000	33.095047	INFINITY
V14	168.000000	87.125465	34.012077

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	438.000000	INFINITY	23.011663
3	492.000000	118.056129	38.302311
4	369.000000	171.176514	301.998993
5	210.000000	121.180763	45.406204
6	450.000000	97.978683	449.999969
7	300.000000	78.268211	54.811775
8	261.000000	INFINITY	29.330715
9	363.000000	INFINITY	55.396919
10	180.000000	11.800853	117.557266
11	120.000000	11.243441	42.864059
12	100.000000	16.368507	46.911766
13	0.000000	3.122137	INFINITY
14	0.000000	0.000000	INFINITY
15	0.000000	2.938932	INFINITY
16	0.000000	0.000000	INFINITY
17	0.000000	0.000000	INFINITY
18	0.000000	1.142543	INFINITY
19	0.000000	2.000000	INFINITY
20	0.000000	0.000000	INFINITY
21	0.000000	0.931827	INFINITY
22	0.000000	2.205882	INFINITY
23	0.000000	1.000000	INFINITY
24	0.000000	0.000000	INFINITY
25	0.000000	0.000000	INFINITY
26	0.000000	0.938235	INFINITY

going along with the scientific revolution prevailing now and by using modern scientific and managerial methods.

Modern Management had found in operational researches the suitable scientific method to solve the entire problems in administration and operation. The linear programming method is found to be the simplest and most common application used in the allocating the scarce resources for the possible alternative use and for the best possible allocation. From this perspective this study is interested in applying models from the linear programming method on the operational problem of the national shipping company to improve the operational performance and the competitive capability of these companies.

The study aim is to finalize the operational problems of the national shipping companies by introducing economical mathematical models, which guarantee the best operation of the ships of these companies. With the use of linear programming method, and solving this by computer, the studies display the operation indication in the shipping companies. The study displays practical models for situations of ships owned by national shipping companies.

The study provides mathematical models, which can give an optimal operation, each model looks at one aspect of the operational problem of the national shipping companies that own a number of ships and wish to operate it economically. The first model stresses on defining the optimal size of the ships for every shipping line at which the company operate her ships in it. While the second model deals with optimal allocation of different types of ships operated on number of routes in order to identify the optimal route for every type of ships. The third model planes the movement of the ships on different routes between loading and discharging ports. The study put an extreme care that these models are simple and realistic, so that any Saudi shipping company can use it to achieve best operation of her maritime fleet ships.

ABSTRACT

The Kingdom of Saudi Arabia has given great importance for the Maritime industry to insure her economical, political, sovereignty and for boosting external trade, especially for the role performed by the last one in the economical growth in the country. Although, the contribution of the national fleet is still meager and far from targets. But if we look thoroughly at the situation of the Saudi fleet we will find the amount of difficulties faced by the shipping companies, which lay in the fierce competition and the inability to prove their selves in the international markets.

The development of the maritime transportation sector is direct interpretation of the government keen effort in actualizing the comprehensive development and to keep pace with the last international updates. World today is witnessing an age of fast dynamic development where the technology is playing a prominent role in all commercial and economical aspect. Globalization trend, the economical conglomerations and mergers between the productive units comprising her transportation means within a complete system, is and should effect the maritime transportation as it's considered to be the main element for external trade and the common element in the multi-media transportation. There is no doubt that all these developments occurred internationally have a clear effect on the maritime transportation industry as happened to other industries. The technological arm stretched to all technical, operational and even administrative aspect, the dependability on computer and it's software increased in the fields of operating the ships, exchange of goods, seaport administration and all other activities in the maritime transportation.

The phenomena, which the dissertation is dealing with is characterized by the operational difficulties facing the ships of the Saudi maritime merchant fleet, were the changes and the developments throw more competition challenges on the shoulders of the national shipping companies. In the past the shipping company used to operate her targets through depending on her shipping experience & administrative style with the absence of any role for giant company. As for today in the shadow of fierce competition seen in the shipping market, it is necessary for the companies to always search for new systems, styles and scientific methods, for finding solution for her operational problem, or for reaching high operational level in both efficiency & quality, consequently actualizing her anticipated targets & attaining a place for herself in the shipping market.

The national fleet is working below it's operational capacity, at the same time it's contribution in transporting the external trade shrunk because of the foreign companies ships dominance over that trade. That is why it is necessary to have a comprehensive organizational system, which insure an optimal use of the capability available at hand in a way to secure the highest economical returns in order to maintain it's presence and existence in the market. This can be best achieved by

**Arab Academy for Science & Technology & Maritime Transport
College of Maritime Transport & Technology**

**MATHEMATICAL ECONOMIC MODELS
FOR OPTIMAL OPERATION
OF THE SAUDI MARITIME FLEET SHIPS**

By

Abla Abdul Hameed Bokhari

**THESIS SUBMITTED FOR THE FULFILLMENT
OF THE DEGREE OF PHOLOSOPHY IN
MARITIME TRANSPORT TECHNOLOGY**

Supervised by

Dr. Mohamed Soleman Hadi

Professor/ Maritime Transport Economics

In

Arab Academy for Science & Technology & Maritime Transport

2001



مجموعة شركات آل ذاكر العالمية

Al-Zakir International Group of Companies Inc.

العيد الخامس والأربعون

Fourty Fifth Anniversary

1956 - 2001

١٩٥٦ - ٢٠٠١

ريادة • عراقية • تاريخ
Pioneers Ancestry Historic

نحن على بعد خطوات من الاحتفال بالعيد الذهبي
*We Are Few Steps Away to Celebrate
Our Golden Jubilee*

٥٠ عامًا في خدمة الاقتصاد
45 Years Serving The Economy

• وكلاء ملاحيين • نقل بحري ، برى وجوى • سياحة دينية ، ترفيهية وبحرية
• تعهدات عامة • وكلاء عمولة • مواد بترولية وكيميائية • ورش هندسية
• ميكانيكية • محطات للحاويات • نوادى الحماية والتعويض • هيئات تصنيف
سفن ورقابة الجودة النوعية • خدمات وتجارة عامة .

* SHIPPING AGENTS * SEA , LAND AND AIR TRANSPORT *
RELIGIOUS RECREATION AND SEA CRUISES TOURISM * GENERAL
CONTRACTORS * COMMISSION AGENTS * LUBRICANTS AND
INDUSTRIAL CHEMICALS * MECHANICAL AND ENGINEERING
WORKSHOPS * CONTAINERS TERMINALS * PROTECTION AND
INDEMNITY CLUBS * CLASSIFICATION SOCIETIES * QUALITY
CONTROL SURVEYJORS * GENERAL SERVICES AND TRADE .

ص.ب. ١٦٠ جدة ٢١٤١١ - تليفون ٦٤٨١٥٨٤ (٠٢) - فاكس ٦٤٧١٧٧٥ (٠٢) - تليكس ٦٠١٢٠٣ بخارى اس جي
P.O.Box: 160- Jeddah 21411 - Saudi Arabia - Tel.: (02) 6481584 - Fax.: (02) 6476775 - Tlx.: 601203 BOKARI SJ
البريد الإلكتروني: Shipping@OCSCL.COM-MKTNG@OCSCL.COM E - MAIL:

تم طباعة هذه الرسالة برعاية مجموعة شركات آل ذاكر العالمية
إهداء إلى الدكتور/ عبلة عبد الحميد بخارى راجين الله أن يديم عليها التقدم والتوفيق

 **Library Alexandria**

0299874